

## HIOMON TIIVISTEVESILINJAN KARTOITUS

Vilppola Ville

Opinnäytetyö  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Ville Vilppola	Vuosi	2018
<b>Ohjaajat</b>	Ins. (AMK) Aslak Siimes,	Ins. (YAMK) Arja	
	Kotkansalo		
<b>Toimeksiantaja</b>	Efora Oy		
<b>Työn nimi</b>	Hiomon tiivistevesilinjan kartoitus		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	57 + 18		

---

Opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa Stora Enson Veitsiluodon paperitehtaan hiomon nykytilanne. Hiomon alueella on ollut paljon vikakorjauksia, mikä on vaikeuttanut ennakkohuollon toteuttamista. Kunnossapidollisia haasteita oli erityisesti tiivisteissä, pumpuissa ja laakereissa. Haasteiden epäiltiin johtuvan tiivistevesilinjan korkeasta paineesta ja mahdollisesti likaisesta tiivistevedestä. Työn tavoitteena oli löytää ratkaisuja kyseisiin haasteisiin, kartoittaa alueen laitekannan nykytilannetta ja laitteiden huolto- ja häiriöhistoriaa.

Hiomon alueella suoritettiin tiivisteveden puhtauteen ja paineeseen liittyen mittauksia, joilla saatiin tietoa tuotantoalueen nykytilanteesta. Linjastosta saatua tietoa verrattiin kartoitetun laitteiston valmistajien antamiin ohjeistuksiin. SAP-tiedonhallintajärjestelmästä saatua kartoitettujen laitteiden huoltohistoria sekä vika- ja häiriötietoja verrattiin saatuun linjaston informaatioon. Työn aikana myös tutustuttiin aiheeseen liittyvään uudempaan tekniikkaan.

Työn tuloksena saatiin tietoa hiomon ja sen laitteiston nykytilanteesta. Tiedon pohjalta voidaan siirtyä harkitsemaan uudemman tekniikan käyttöönottamista. Uudemmallalla laitteistolla hiomon alueella saataisiin varmuutta laitteiston kunnossapidettävyyteen, parannettua laitteiston käyttövarmuutta, kustannussäästöjä ja pienennettyä ympäristöhaittoja. Uudempi tekniikka auttaa myös kiristyvien EU-ympäristödirektiivien täyttämisessä. Työn ja mahdollisten jatkotutkimuksien tuloksia voidaan myös käyttää muilla Veitsiluodon tehdasalueen toimialueilla toiminnan kehittämiseen.

Technology, Communication and Transport  
Mechanical and Production Engineering  
Bachelor of Engineering

<b>Author</b>	Ville Vilppola	<b>Year</b>	2018
<b>Supervisor</b>	Aslak Siimes, B. Eng. and Arja Kotkansalo, M. Eng.		
<b>Commissioned by</b>	Efora Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Survey of the groundwood mill's seal water system		
<b>Number of pages</b>	57 + 18		

This Thesis was made for Stora Enso's groundwood mill at Veitsiluoto paper mill. The Thesis was commissioned by Efora Oy, who is responsible for maintenance at the paper mill. The aim of the Thesis was to study the groundwood mill's seal water system. The study was made because of high number of repairs at the groundwood mill. The study included checking the condition of the seal water system's machinery like centrifugal pumps, sorters, rotameters, seals and bearings. Also pressure of the seal water system and purity of the seal water were examined for better understanding of the present situation. The service history and failure history for the machinery was reviewed as well.

The results of pressure measurements and water samples were compared to the guidelines from machinery suppliers. The service history and failure history was analysed and compared to the seal water system's information. Part of the work was also getting information of a newer technology considering seal water systems.

The results of the research are valuable and helpful considering maintenance reliability and environment in the future. Introduction of the newer seal water technology needs more research. The newer technology would bring more reliability to maintenance and would help fulfilling EU environmental directives by reducing the amount of wastewater and costs of chemically purified water usage. The Thesis opens possibilities for further research. The results can be used in the other areas of the paper mill.

**Key words** pumps, seal, seal water, maintenance

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TOIMIJOIDEN ESITTELYT.....	8
2.1	Stora Enso.....	8
2.2	Stora Enso Veitsiluodon tehdas.....	8
2.3	Efora Oy .....	10
3	TIIVISTEVESILINJA.....	11
3.1	Keskipakopumput.....	12
3.2	Punostiivisteet .....	14
3.3	Mekaaniset tiivisteet.....	15
3.4	Tiivistetekniikka .....	16
4	KUNNOSSAPITO.....	19
4.1	Ennakoiva kunnossapito .....	20
4.2	Hiomon kunnossapito .....	22
5	HIOMO.....	23
5.1	Toiminta.....	23
5.2	Tiivistevesilinja .....	25
5.3	Laitekanta.....	28
5.4	Vikatiedot ja huoltohistoria .....	29
6	TOTEUTUS .....	31
6.1	Vika- ja häiriötietojen käsittely .....	31
6.2	Laitekannan kartoitus .....	32
6.3	Suodattimen tarkistus ja huolto.....	34
6.4	Mittaukset ja näytteet .....	37
7	TULOKSET.....	40
7.1	Vika- ja häiriötietojen tulokset .....	40
7.2	Mittausten ja näytteiden tulokset .....	43
8	TOIMENPITEET JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	50
9	POHDINTA .....	54
	LÄHTEET .....	55
	LIITTEET .....	57

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin 4.12.2017 – 30.3.2018 välisenä aikana Stora Enson Veitsiluodon tehtaalla, jonka kunnossapidosta vastaa Efora Oy. Haluan kiittää Efora Oy:tä mielenkiintoisesta ja haastavasta työstä.

Haluan kiittää Jaana Tarvaista ja Jorma Heikkistä avusta ja ohjauksesta tehdasalueella. Kiitos Arttu Tiiperille avusta suoritetuissa mittauksissa. Kiitos Jani Kinnuselle Tiivistekniikka Oy:ltä informaatiosta ja mahdollisuudesta käyttää esitysmateriaaliasi työssäni. Kiitokset opinnäytetyön valvojille Arja Kotkansalolle ja Aslak Siimekselle avusta ja ohjauksesta opinnäytetyön aikana.

Lopuksi kiitos perheelle ja läheisille tuesta ja avusta opintojeni aikana.

Tornio, 30.3.2018

Ville Vilppola

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Kempu	Kemiallisesti puhdistettu				
PK	paperikone				
SKF Marlin	MAchine	ReLiability	and	INspection	-
	tietojenhallintajärjestelmä				

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Stora Enson Veitsiluodon tehtaan hiomolle. Hiomo tuottaa kuitupitoista hioketta aikakausilehtipaperien massaan. Hiomon tilannekartoituksessa havaittiin ongelmia tiivistevesilinjan toiminnassa. Tiivistevesilinjassa olevat ongelmat aiheuttavat muun muassa vikakorjausta, jotka vievät osan ennakko huollon resursseista. Työn tarkoituksena on kartoittaa laitteen vikaantumiseen johtavia syitä ja aiheuttajia, jotta korjaavan kunnossapidon määrä vähenisi ja ennakoivan kunnossapidon osuus kasvaisi.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada laajempi käsitys hiomon tiivistevesilinjan laitteiston nykytilanteesta, kuten laitteiston nykyaikaisuudesta ja laitteiston toimimisesta nykyisellä linjaston paineella. Laitteiston vika- ja huoltohistorian kartoittaminen ja analysointi kuuluvat osana työn suorittamiseen. Laitteiston vika- ja huoltohistorian kartoittamisen tarkoituksena on löytää vikaantumiseen johtavat syyt. Työn aikana saatujen tietojen, havaintojen ja aiemmin ilmenneiden häiriöiden syiden vertaamisella vika- ja huoltohistorian kanssa saadaan hyvä käsitys vikojen syntymiselle ja tehtäville toimenpiteille. Tiivisteveden laadun ja linjan paineen selvittämiseksi linjasta otetaan vesinäytteitä ja suoritetaan painemittauksia.

Opinnäytetyö rajataan koskemaan hiomon tiivistevesilinjastoa, vaikka alueen linjastolta saatavaa tiivistevevettä käytetään myös muualla tehtaan alueella. Hiomon alueella olevaa peroksidivalkaisun aluetta ei myöskään huomioida työhön laajan laitemäärän vuoksi. Työn aikana todennäköisesti huomioidaan myös asioita, joihin pitäisi vielä perehtyä laajemmin. Tulevaisuudessa laajemmin asioita tutkimalla voidaan tuloksia ja työn aikana huomattuja asioita käyttää tehdasalueen muidenkin tiivistevesilinjojen vikakorjaukseen ja kehittämiseen energiatehokkuuden ja muiden säästöjen osalta.

## 2 TOIMIJOIDEN ESITTELYT

### 2.1 Stora Enso

Stora Enso on uusiutuvien pakkaus-, biomateriaali-, puu- ja paperiteollisuustuotteiden tuottaja. Stora-nimen juuret ovat lähtöisin Ruotsista 1800-luvun lopulta. Yrityksen toiminta keskittyi kuparikaivostoimintaan Ruotsin Falunissa. Metsäteollisuus oli olennainen osa yhtiön toimintaa jo ennen sellun, pahvin ja paperin tuottamisen aloittamista. Stora käytti puuta polttoaineeksi kuparimalmin kuumentamiseksi. Vuonna 1970 Stora myi kaivos- ja metalliteollisuustoimintansa ja keskittyi metsäteollisuuteen. (Stora Enso 2017b.)

Enso-osuuden historia on lähtöisin Enso-Gutzeit-metsäteollisuusyrityksestä. Vuonna 1872 norjalainen Hans Gutzeit perusti Kotkaan W. Gutzeit & Co:n sahan. Vuonna 1912 Gutzeit osti Enso Träsliperi AB:n ja jatkoi toimintaansa Enso-Gutzeit-nimellä. Myöhemmin yrityksestä tuli Suomen valtion omistama suurin metsäteollisuusyritys. Vuonna 1996 yritys fuusioitui Veitsiluoto Oy:n kanssa ja muutti nimensä Enso Oy:ksi. Vuonna 1998 Stora ja Enso Oy fuusioituivat ja syntyi nykyinen Stora Enso. Vuonna 2016 yhtiön liikevaihto oli 9,8 miljardia euroa ja vuonna 2017 yhtiön palveluksessa toimii noin 25 000 työntekijää 35 eri maassa. Stora Enson strategiaan kuuluvat asiakaslähtöisyys ja innovatiivisuus. (Stora Enso 2017b.)

### 2.2 Stora Enso Veitsiluodon tehdas

Kuvassa 1 on esitelty Stora Enso Veitsiluodon tehdasalue. Veitsiluodossa metsäteollisuustoimintaa on ollut jo vuodesta 1922 asti. Tällöin Veitsiluodon saarella toimivat sahat. Vuonna 1932 Veitsiluoto Oy Suomen valtio perusti metsäteollisuusyhtiön kahden sahan perustalle. Toinen sahoista oli Kevätniemen saha Lieksassa. (Stora Enso 2017b.)

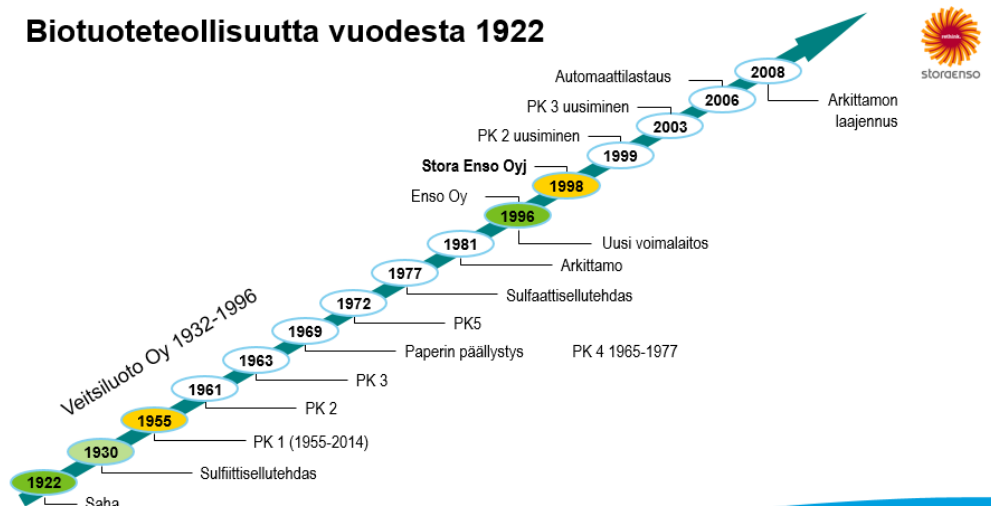




Kuva 1. Stora Enso Veitsiluodon tehdasalue (Stora Enso 2017a)

Vuonna 1930 käynnistettiin sulfiittisellutehdas Veitsiluodossa. Paperin valmistus aloitettiin vuonna 1955 Paperikone 1:n käynnistyttyä, joka suljettiin vuonna 2014. Myöhemmin vuosina 1961 ja 1963 käynnistettiin PK 2 ja PK3. 1969 tehtiin ensimmäiset päällystetyt paperit Veitsiluodon tehtaalla. Päällystetyt paperit tuotettiin PK4:llä, joka suljettiin vuonna 1977. Vuosina 1972, 1981 ja 1996 tehdasalue kasvoi PK5, arkittamon ja voimalaitoksen rakentamisen myötä. Nykyisellään maailman pohjoisimman paperitehtaan alueella työskentelee noin 750 henkilöä. Kuvassa 2 esitetään Veitsiluodon tehtaan historiaa aikajanana. (Stora Enso 2017a.)

### Biotuoteteollisuutta vuodesta 1922



Kuva 2. Veitsiluodon historiajana (Stora Enso 2017a)

Taulukossa 1 on Veitsiluodon paperitehtaan tuotantolinjojen tuottamia tuotteita ja tuotantokapasiteetteja.

Taulukko 1. Linjojen tuotteita ja kapasiteetteja (Stora Enso 2017a)

Linja	Tuotteet	Kapasiteetti
<b>PK 2</b>	Tulostuspaperi	285t tn/a
<b>PK3</b>	Kirje- vihko- ja tulostuspaperia	285t tn/a
<b>PK 5</b>	Päällystetty aikakausilehtipaperi	280t tn/a
<b>Sellutehdas</b>	Happivalkaistu koivu- ja havusellu	375t tn/a
<b>Hiomo</b>	Mekaanista massaa aikakausilehtipaperiin	155t tn/a
<b>Saha</b>	Mäntysahatavaraa	160t m <sup>3</sup> /a
<b>Arkittamo</b>	A3- ja A4-arkit	

### 2.3 Efora Oy

Efora Oy perustettiin vuonna 2009 Stora Enson ja ABB:n yhteisyritykseksi. Efora tarjoaa kunnossapito- ja engineeringpalveluita. Vuonna 2013 Stora Enson siirryttyä omistajaksi Eforasta tuli Stora Enson tytäryhtiö. Eforalla on toimipaikkoja Heinolassa, Helsingissä, Honkalahdella, Imatralla, Kiteellä, Oulussa, Uimaharjussa ja Varkaudessa. (Efora Oy 2017.)

Efora vastaa paperi- ja metsäteollisuudessa muun muassa paperi- ja kartonkikonelinjojen, sellutehtaiden, arkituslinjojen, sahojen ja tehtaiden voimalaitosten kunnossapidosta. Efora tarjoaa myös erikoispalveluita, kuten pumppu- ja telahuoltoja. Efora on panostanut älykkäämpiin kunnossapitoratkaisuihin, jotka pohjautuvat tuotantolinjoista saatavaan tietoon ja tiedonhallintaan. Tällä tavoin se pyrkii maksimoimaan tuotantolinjojen tehokkuuden ja turvaamaan häiriöttömän käynnin. Eforan palveluksessa toimii noin 930 työntekijää, ja liikevaihto vuonna 2016 oli 207 miljoona euroa. (Efora Oy 2017.)

### 3 TIIVISTEVESILINJA

Tiivistevesilinjan tarkoituksena on tuoda ja kierrättää vettä linjassa oleville toimilaitteiden ja pumppujen tiivisteille voitelu- ja jäähdytysnesteeksi. Veden kierrättäminen yleensä toteutetaan keskipakopumpun tuottamalla paineella.

Teollisuuden käytetyin pumppu on vaaka-asenteinen keskipakopumppu. Pumppujen voimanlähde on sähkömoottori, joka liitetään pumpun käyttöakseliin. Pumppujen käyttöakselin sisäänvientiin pumppauspesässä on jätettävä riittävä välys hankaamisen välttämiseksi. Akselien sisäänvienti tulee tiivistää, jotta pumpattava neste ei poistuisi pumppauspesästä tai ilmaa ei pääsisi pumppauspesään. Pumpattavan nesteen vuotaminen aiheuttaa pumpun pysähtymisen, mikä johtaa tuotantokatkoksiin ja lisäkustannuksiin. (Knowpap 2015.)

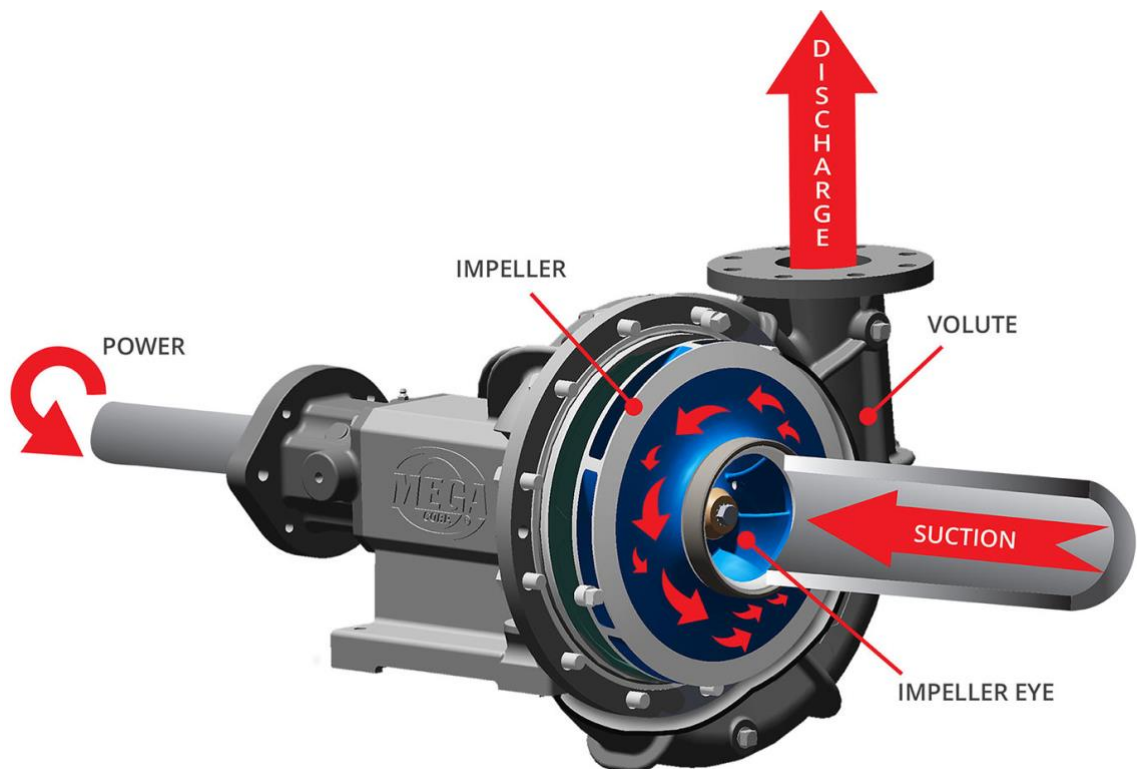
Tiivisteet ovat jatkuvassa kosketuksessa pumpun pyörivän akselin kanssa, jolloin ne kuluvat ja lämpenevät. Ilman tiivisteveden voitelevaa ja jäähdyttävää vaikutusta tiivisteet hajoavat ja alkavat lopulta vuotaa. Riittävällä tiivisteveden käytöllä saadaan pumppujen ja tiivisteiden toimintaan käyttövarmuutta ja käyttöikää pidennettyä. Pumppujen yleisimpiä tiivistämisvaihtoehtoja ovat muun muassa punostiivisteet, mekaaniset tiivisteet ja dynaamiset tiivisteet. (Knowpap 2015.)

Dynaamiset tiivisteet eivät tarvitse erillistä tiivistevedettä vaan pumpattava neste voitelee tiivisteiden. Dynaamisen tiivisteiden toiminta perustuu apujuoksupyörän toimintaan. Pumpun pysähtyessä neste täyttää tiivistepesän ja painaa seisonnatiivisteiden vastarengasta vasten. Tällöin vuotoa ei tapahdu. Dynaamista tiivistettä voidaan käyttää kaikilla nesteillä ja sen sakeuksilla, mutta ympäristölle vaarallisten nesteiden kanssa käyttöä tulee harkita tarkemmin. Dynaaminen tiiviste on avoin ratkaisu, jossa neste on ilman kanssa kosketuksissa. Ilmaan voi siis päästä nesteen höyryjä tai kaasuja. (Knowpap 2015.)

Seuraavissa alaluvuissa keskitytään keskipakopumppujen, punostiivisteiden ja mekaanisten tiivisteiden toimintaan, joita hiomon alueella tällä hetkellä käytetään.

### 3.1 Keskipakopumput

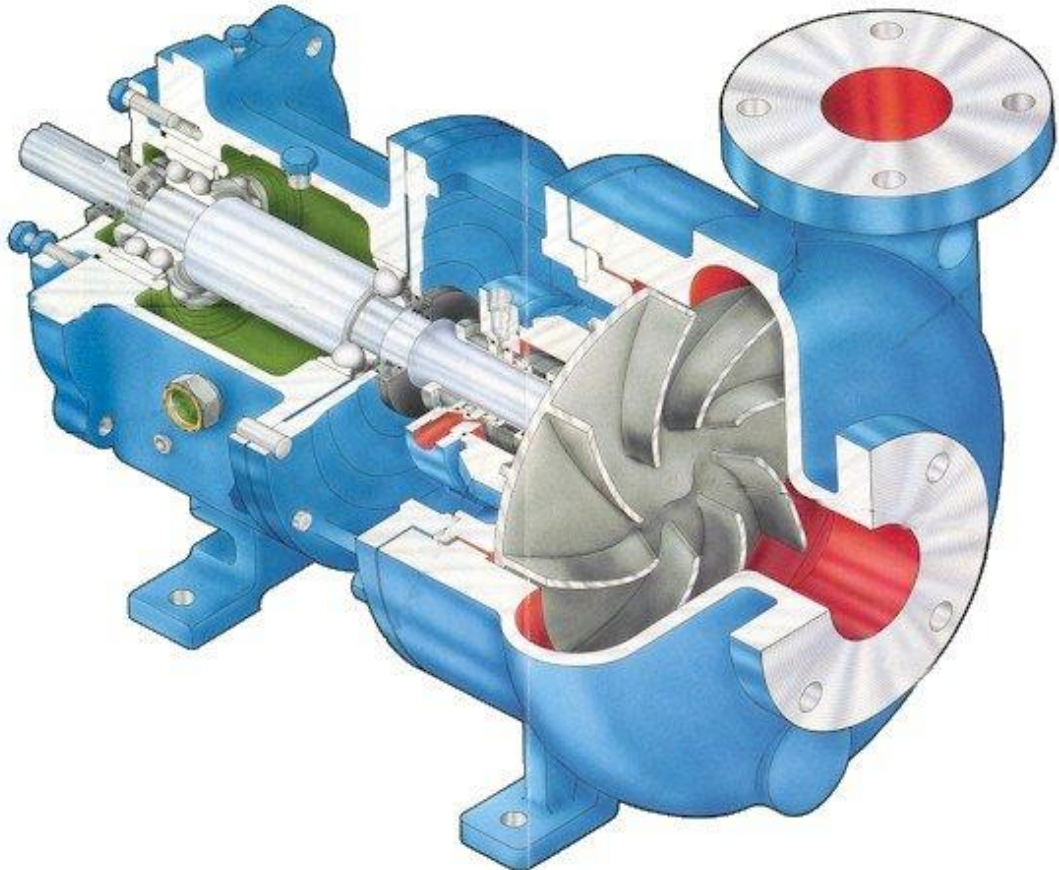
Keskipakopumppujen voiman lähteenä käytetään yleensä sähkömoottoria. Sähkömoottorin akseli liitetään pumpun käyttöakseliin, joka pyörittää pumpun juoksupyörää. Juoksupyörä siirtää nestettä juoksupyörän siipien avulla. Siipien välistä tilaa kutsutaan siipisoliksi. Siivet liikuttavat nestettä pumppauspesässä kohti paineaukkoa. Keskipakopumpun juoksupyörä muuttaa mekaanisen energian nesteen liike-energiaksi. Nesteen liikkuessa pumpun siivet painavat vettä ulkokehää vasten, jolloin osa liike-energiasta muuttuu paineeksi. Painepuolelta paine poistuu muille laitteille käytettäväksi. Nesteen poistuminen ulkokehän kautta putkistoon luo alipaineen juoksupyörän keskelle, jolloin pumpun imupuolelta virtaa lisää vettä pumpulle. Pumppujen toiminta on jatkuvaa imun luoman virtauksen vuoksi. Kuvassa 3 on kuvattu keskipakopumpun toimintaa. (Engineering Toolbox 2017.)



Kuva 3. Keskipakopumpun toiminnan kuvaus (MEGA Corp.inc 2018)

Pumpattavalla nesteellä on merkitystä pumppua valittaessa. Juoksupyörätyyppejä on kolmea erilaista, suljettu, puoliavoin ja avoin. Avoin

juoksupyörä on paras vaihtoehto esimerkiksi paperiteollisuudessa massan pumppaukseen. Puhtaalle vedelle hyötysuhteeltaan paras tyyppi on suljettu juoksupyörä. Juoksupyörään voidaan myös porata reikiä paine-eron tasaamiseksi juoksupyörän etu- ja takapuolen välillä ja kavitaation välttämiseksi. Tämä kuitenkin vaikuttaa hieman alentavasti juoksupyörän hyötysuhteeseen. Kuvassa 4 on keskipakopumpun leikkauskuva. (Engineering Toolbox 2017.)



Kuva 4. Keskipakopumpun leikkauskuva. (Pump fundamentals 2016)

Käynnistettäessä pumppua pumppauspesän tulee olla täynnä vettä. Pumpun sisälle ei saisi päästä syntymään ilmataskua, joka estää vettä kulkemasta. Imusta johtuen pumput ovat herkkiä kavitaatiolle. Kavitaatiolla tarkoitetaan nesteen kiehumista alipaineessa. Kiehuva vesi aiheuttaa pumpun sisäosien rappeutumista, mikä johtaa pumpun rikkoutumiseen ajan myötä. (Engineering Toolbox 2017.)

### 3.2 Punostiivisteet

Punostiivisteet ovat vanha edulliseksi todettu tiivistysratkaisu. Punostiivisteitä kutsutaan myös pokseiksi. Poksit koostuvat 3-8 punosrenkaasta. Punostiivisteet valmistetaan kasvi, grafiitti- tai lasikuidusta sekä synteettisestä kuidusta. Punokset on yleensä kyllästetty täyteaineella, joka toimii myös voiteluaineena. Kyllästysaineena voidaan käyttää esimerkiksi öljyä tai rasvaa. Punostiivisteiden asennus ja huolto on helpompaa kuin esimerkiksi mekaanisen tiivisteiden. Mekaaniseen tiivisteiden huoltoon verrattuna pumppua ei tarvitse purkaa. Asennuksessa renkaat kääritään pumpun akselin ympärille siten, että katkokohdat ovat noin 90° välein toisistaan. Renkaat painetaan kiristyslaipan ja muttereiden avulla pesään ja akselia vasten. (Knowpap 2015.)



Kuva 5. Punostiiviste (Duo Product Oy 2017)

Kuvassa 5 on esitetty punostiivisteiden asennus akselin ympärille. Punostiivisteellä tiivistettävän nesteen tulee kuitenkin olla puhdasta eikä liian kuumaa, muuten tiiviste hajoaa. Epäpuhtaiden ja myrkyllisten nesteiden tiivistyksessä joudutaan käyttämään ulkopuolelta tuotua tiivistenestettä. Tässä tapauksessa tulee kuitenkin olla hyväksyttävää molemmin puolin vuoto. Tiivistenestettä tulee pääsemään prosessinesteen sekaan ja prosessinestettä valumaan ulos. Tällöin tiivisteneste laimentaa ja jäähdyttää prosessinestettä. (Knowpap 2015.)

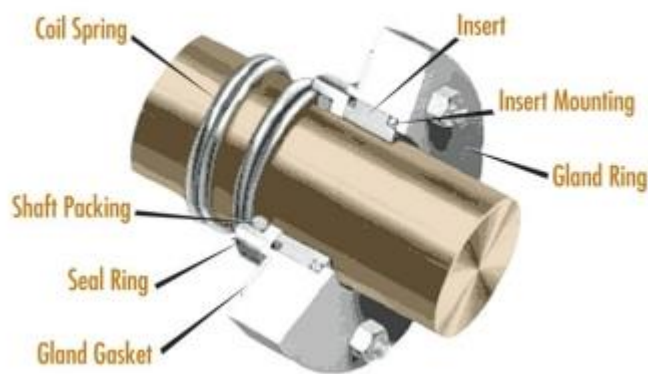


Vaikka punostiivisteet ovat helppoja asentaa ja huoltaa, niissä on kuitenkin omat haasteensa. Punostiivisteelle ja sen toiminnalle pieni vuoto on tärkeää. Pienen vuodon ansiosta tiivistettävä neste voitelee ja jäähdyyttää tiivistettä ja estää poksia hajoamasta. Vuodon suureneminen kertoo jälkikiristyksen tekemättä jättämisestä tai ennakolta lähestyvistä tiivisterikosta. Punostiivisteet eivät kuitenkaan ole kovinkaan pitkäikäisiä. Punostiivisteet myös vaativat jatkuvaa huoltoa ja kunnontarkkailua. Punostiivisteet ovat herkkiä asennusvirheille, kuten liialle kiristämislle. Liika kiristäminen johtaa voitelun puuttumiseen ja tiivisteiden palamiseen. Palanut tiiviste vaurioittaa akselin ja akseliholkin pinnan, joiden uusiminen on kallista. (Knowpap 2015.)

### 3.3 Mekaaniset tiivisteet

Yleisin versio mekaanisesta tiivisteestä on 1-toiminen liukurengastiiviste. 1-toimisen liukurengastiivisteiden rakennetta on kuvattu kuvassa 6. Liukurengastiivistimissä on kaksi toisiaan vasten olevaa liukupintaa, akselin pinta ja tiivistimen runko. Tiivistykseen vaadittava paine saadaan aikaan tiivistettävän nesteen ja jousen avulla. Jousi painaa liukurengasta vastarengasta vasten. Liukurengas pyörii käyttöakselin mukana vastarengasta vasten.

Figure 1: Single Typical Mechanical Shaft Seal



Kuva 6. 1-toiminen liukurengastiiviste (Budris 2018)

Liukurengas tiivisteissä käytetään toisiotiivisteitä. Toisiotiivisteinä käytetään O-renkaita. Näiden pyörivien pintojen väliin syntyy voiteleva neste kalvo. Voiteleva nestekalvo saadaan aikaan ulkoa tuodulla tiivistevedellä ja pumpattavalla nesteellä. Mekaaniset tiivisteet vaativat puhtaat ja tasomaiset liukupinnat

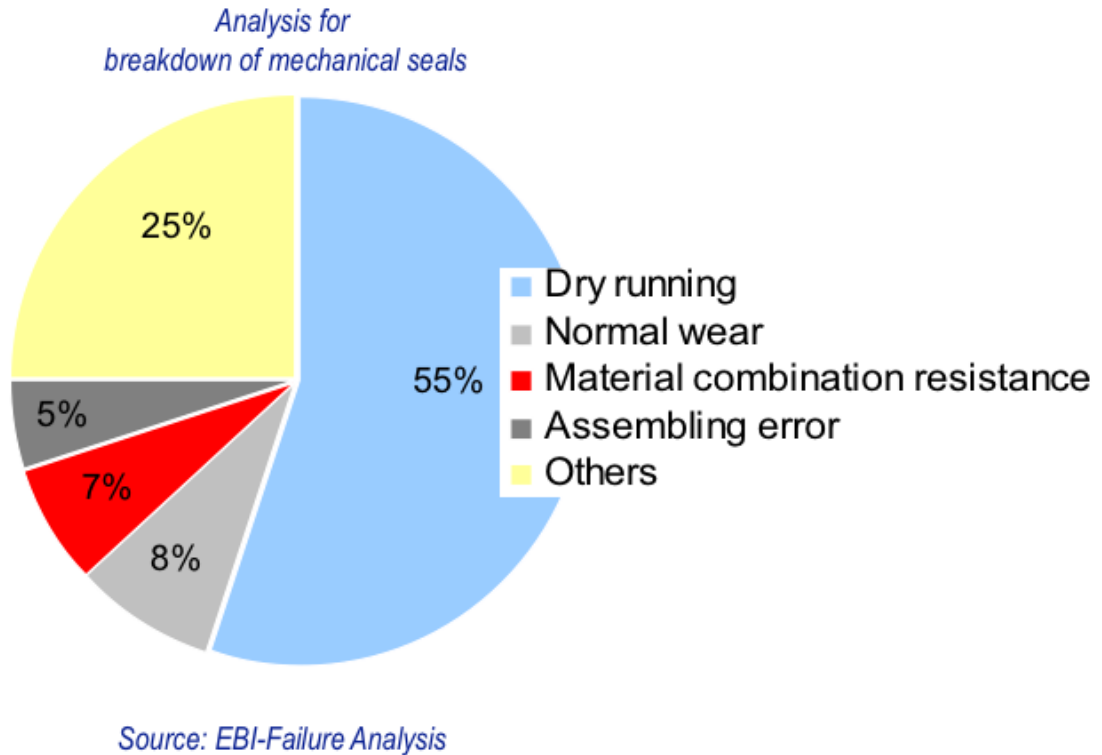
toimiakseen. Huono tasomaisuus johtaa liian suuriin välyksiin pintojen välillä, josta syntyy vuotoja. Mekaanisen tiivisteiden toimiessa oikein vuoto on todella pientä verrattuna punostiivisteisiin. Vuoto on niin pieni, että se haihtuu liukupinnoilta ilmaan. Vuodot eivät ole silmillä huomattavissa. Mekaaniset tiivisteet eivät myöskään vaadi yhtä tarkkaa kunnonvalvontaa kuin punostiivisteet. (Knowpap 2015.) (Björk ym 2014.)

### 3.4 Tiivistetekniikka

Työn aikana Veitsiluodon tehtailla järjestettiin koulutus tiivisteisiin ja tiivistämiseen liittyen. Koulutuksen piti Tiivistetekniikka Oy:n aluemyyntipäällikkö Jani Kinnunen. Tiivistetekniikka Oy on osa Etola-yhtiöitä. Tiivistetekniikka Oy:llä on pitkä kokemus prosessiteollisuuden tiivistysratkaisuista. (Kinnunen 2018.)

Koulutuksessa esiteltiin tiivistämisen perusasioita, kuten tiivisteiden asennusta ja eri tiivistemateriaalien käyttörajoituksia. Koulutuksessa kerrottiin myös tiivisteveden vaatimuksista ja tiivistykseen liittyvästä nykylaitteistosta. Tiivistevedelle tärkeää on vähintään 2 baria suurempi paine tiivistettävään tuotteeseen verrattuna. Tiivisteet itsessään eivät ole kovinkaan tarkkoja tiivisteveden laadusta, 1-toimiset tiivisteet esimerkiksi saavat riittävän voitelun 4 % massasta. Muun muassa John Crane on antanut ohjeistuksen tiivisteveden laadulle. Koulutuksessa kerrottiin ohjeistuksen koskevan erityisesti virtausmittareita eli rotametrejä. Tiivisteveden puute tiivisteellä on tiivisteiden rikkoutumisen syy useimmissa tapauksissa. Koulutuksessa esitettiin kuvaaja tiivisteiden rikkoutumisesta, joka on esitetty kuviossa 1. Tiivistevalmistaja EagleBurgmann on tehnyt tutkimuksen tiivisteiden rikkoutumisesta ja rikkoutumisen syistä. Tutkimuksen mukaan ainoastaan 8 % tiivisteistä hajoaa normaalin kulumisen kautta ja 55 % tiivisteistä hajoaa voitelun puuttumisen vuoksi. (Kinnunen 2018.)





Kuvio 1. EagleBurgmannin tutkimus tiivisteiden rikkoutumisista (Kinnunen 2018)

Tiivistetekniikka Oy on kehittänyt tiivisteen ja tiivisteveden seurantayksikön, jotka eivät tarvitse toimiakseen virtaavaa tiivistevedettä. Tekniikkaa kutsutaan nimellä NonFlow™. Tiivisteveden seurantayksikön toiminta perustuu saman tiivisteveden kierrättämiseen tiivisteessä. NonFlow™-järjestelmä lisää tiivisteen käyttövarmuutta. Yksikköön on kytkettynä takaiskuventtiili, joka pitää tiivistevesilinjan paineen tasaisena tiivisteellä. Takaiskuventtiili ei myöskään altista tiivistettä mahdollisilla linjassa tapahtuville paineiskuille. Takaiskuventtiili aukeaa ainoastaan, jos tiivisteveden määrä vähenee kierrossa. Tämä mahdollistaa tiivisteen kunnonvalvonnan virtaushälyttimen avulla. Kun virtaushälyttimelle tulee virtaus, tiedetään tiivisteellä olevan letkurikko tai tiiviste itsessään vuotaa. Laitteisto vaatii toimiakseen Tiivistetekniikka Oy:n liukurengastiivisteen. Systeemillä pystytään säästämään tiivistyskustannuksissa, kun virtaavaa tiivistevedettä ei tarvita. Esimerkiksi jo yhdellä tiivisteellä saataisiin vuodessa jo suuret säästöt. Tiivistetekniikan mukaan nykyään tiivisteille käytetään tiivistevedettä noin 4 litraa minuutissa tiivistettä kohden, mikä tekee noin 2100 m<sup>3</sup> vuodessa. Mainitulla tiivisteveden kulutuksella säästöjä tulee tiivistettä kohden noin 630 euroa vuodessa pelkästä tiivistevedestä. Tiivisteveden hintana

laskelmissa oli käytetty arvoa 0,3€/m<sup>3</sup>. Lisäsäästöjä systeemi tuo energiasäästöjen kautta, kun tiivistevedettä ei tarvitse pumpulla jatkuvasti kierrättää. Kuvassa 7 on esitettynä NonFlow™ tiivisteveden seurantajärjestelmä. (Kinnunen 2018.)



Kuva 7. Tiiviistetekniikka Oy:n Nonflow™ tiivisteveden seurantajärjestelmä (Kinnunen 2018)

#### 4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on toimintaa, jonka tarkoituksena on ylläpitää yrityksen tuotanto-omaisuutta. Tuotanto-omaisuuteen luetaan koneet, laitteet ja kiinteistöt. SFS-EN 13306:2010 määrittelee kunnossapidon seuraavasti: *”Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun tehtävän”*. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Kunnossapidon tavoitteisiin kuuluu koneen tai laitteen kunnon ja suorituskyvyn ylläpito, palautus ja parantaminen. Parantamisella tarkoitetaan mahdollisten suunnittelupuutteiden korjaamista tai laitteiston modernisointia. Suunnittelupuutteita voi esiintyä esimerkiksi koneen turvallisuudessa tai kunnossapidettävyydessä. Koneen käytössä voi ilmetä turvallisuuspuutteita tai koneen jonkin osan vaihtaminen voi osoittautua ongelmalliseksi. Koneen osat eivät välttämättä ole uusinta mahdollista teknologiaa, jolloin modernisoinnilla voidaan nostaa laitteiston tehokkuutta. Parantamisella saadaan lisäarvoa toimintaan. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Yleisesti kunnossapidon ja kunnossapidonsuunnittelun tavoitteena on ylläpitää yrityksen laitteita ja koneita eli tuotanto-omaisuutta. Yksittäisen koneen kohdalla voidaan keskittyä käytettävyyden, luotettavuuden, laaduntuottokyvyn, kustannusten ja kunnossapidettävyyden hallintaan. Esimerkkinä voidaan käyttää keskipakopumpun tiivisteiden valintaa kunnossapidon näkökulmasta. Tiivisteiden halutaan olevan helposti vaihdettavissa, huollettavissa tai jopa lähes huoltovapaita, jotta tiivisteiden vaihdon aikainen tuotannon alhaalla oloaika saataisiin minimoitua. Nämä tekijät vaikuttaisivat konetasolla koneen kunnossapidettävyyteen ja käytettävyyteen. Toisaalta tiivisteiden elinkaaren tulisi olla mahdollisimman pitkä, jottei huoltoja ja vaihtoja tulisi pumpulle yhtenään. Tällöin myös kustannukset laitteen tiivisteiden kunnossapidolle pysyisivät alhaisina. Myös pumpun ja sen tiivisteiden kunnonvalvonnan tulisi olla mahdollisimman helppoa, jotta yllättävien tiivisterikkojen aiheuttamat katkokset saadaan minimoitua. Kunnonvalvonnan helpottamisella saadaan vaikutettua koneen luotettavuuteen. Tiivisteiden vuotaminen voi myös vaikuttaa laaduntuottokykyyn. Esimerkiksi punostiivisteillä vuotoa tapahtuu molempiin

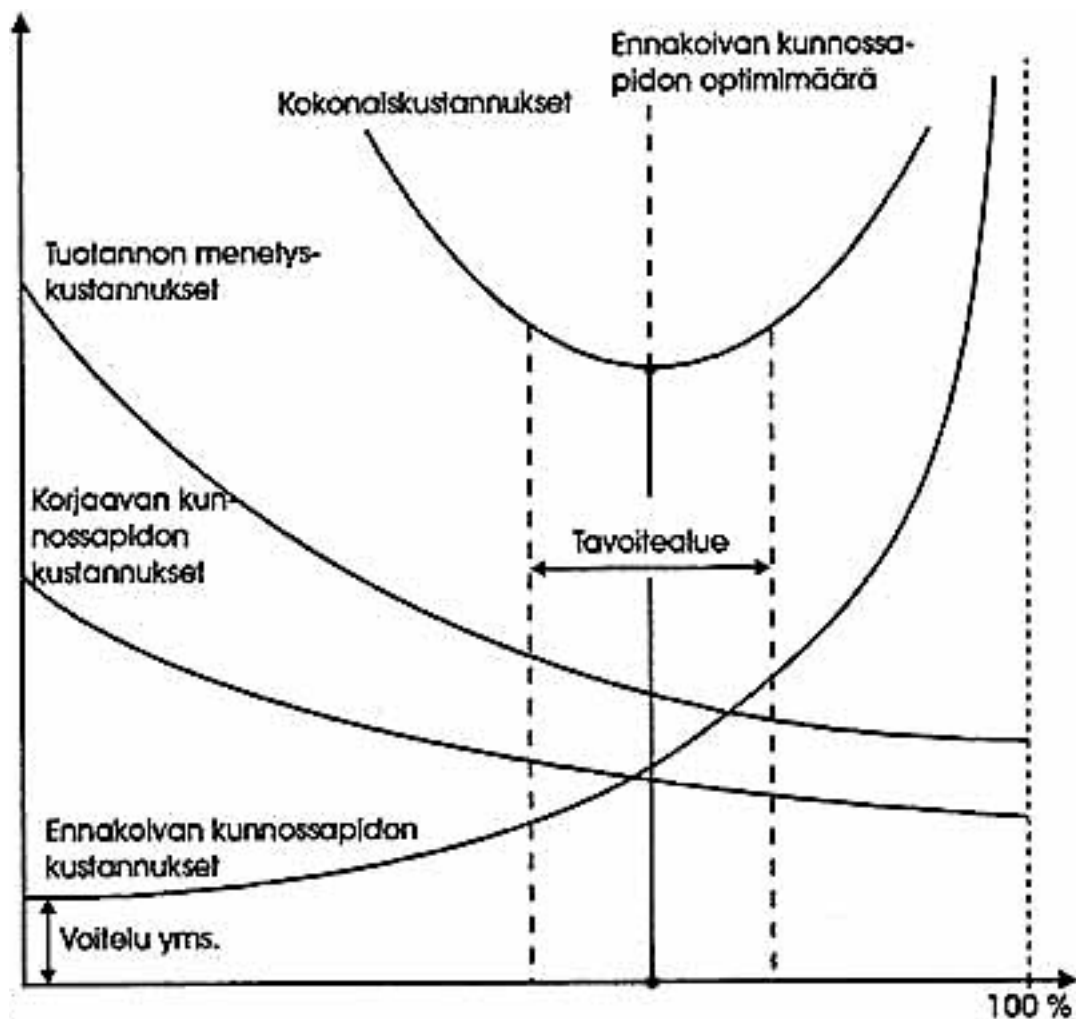
suuntiin pumpussa. Pumpulla pumpattava tuote voi laimentua, mikä vaikuttaa suoraan tuotteen laatuun ja pumpun laaduntuottokykyyn. Ulkopuolinen vuoto voi myös aiheuttaa haittoja turvallisuuteen ja ympäristöön. Vuotokohdalla tasot ovat liukkaita ja ympäristölle haitallisia aineita voi päästä pumpusta ympäristöön. Kunnossapidolla ja kunnossapidonsuunnittelulla pyritään siis vaikuttamaan myös laitteiston turvallisuuteen ja ympäristövaikutuksiin. (Järviö & Lehtiö 2017.)

#### 4.1 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivalla kunnossapidolla pyritään pienentämään laitteen tai koneen vikaantumisen todennäköisyyttä. Ennakoiva kunnossapito toteutetaan määrätyin väliajoin ja suunniteltujen toimien ja kriteerien perusteella. Ennakoivaa kunnossapitoa kutsutaan myös ehkäiseväksi kunnossapidoksi. Ennakoivan kunnossapidon tarkoituksena on vikaantumisen johtavien syiden havainnointi, tarkkailu ja korjaaminen. Ennakolta tehtävät toimenpiteet, kuten voiteluhuolto ja ympäristön siisteys ovat osa ennakoivaa kunnossapitoa. Ennakoiva kunnossapito perustuu kunnossapidon suunnitteluun koneen osista saatavaan tietoon. Tiedot saadaan mittausten, aiempien kokemusten, havaintojen ja toimittajilta saatujen ohjeiden perusteella. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Mittauksista ja havainnoista vastaavat koneen tai laitteen parissa päivittäin toimivat käyttöhenkilöt. Mittaukset voivat esimerkiksi olla pumpun laakereiden värähtelymittauksia. Värähtelymittauksilla voidaan ennakoida laakeririkkoja ja suunnitella laakerin vaihtaminen ennen kuin laakeririkko syntyy. Toisena esimerkkinä voidaan käyttää käyttö- tai huoltohenkilöstön tekemiä mittauksia suodattimien paine-eroon. Ilman ja nesteiden suodattimilla mitataan tulo- ja lähtöpuolen välistä paine-eroa. Paine-eron avulla saadaan tietoa suodattimen puhtaudesta, jolloin suodattimen vaihdot suunnitellaan ennakolta. Paine-eron kasvaessa tulo- ja lähtöpuolen välillä tiedetään suodattimen hieman tukkeutuneen. Tällöin suodattimet voidaan vaihtaa ennen kuin neste tai ilma on likaantunut merkittävästi, jolloin suodattimien vaihtoväli voidaan määrittää. Vaihtovälin määrittämisellä saadaan selville vaadittavien vaihdettavien suodattimien määrä, jolla voidaan hallita suodattimien varastointia ja tilaamista. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Ennakoivan kunnossapidon tavoitteena on siis estää vikaantumista ja pienentää tuotannon kunnossapidollisia kustannuksia sekä pienentää tuotantomenetyksiä. Jos kunnossapito olisi reagoivaa, olisivat vikaantumisesta johtuvat kustannukset selkeästi suuremmat. Töitä ei voida suunnitella tarkasti eikä aikatauluttaa tuotantoon sopiviksi eikä varaosia välttämättä olisi saatavilla. Vikaantumiset johtavat tuotantokatkoksiin, jotka myös aiheuttavat tuottajalle lisäkustannuksia. (Järviö & Lehtiö 2017.)



Kuvio 2. Ennakoivan kunnossapidon optimointi (Opetushallitus 2018)

Ennakkohuollon määrää tulee kuitenkin hallita, jotta kustannukset pysyvät hallinnassa. Ennakkohuollon määrän optimoinnilla saadaan pienennettyä kunnossapidon kustannuksia. Kuviossa 2 on esitetty ennakkohuollon määrän optimoinnin kuvaaja. Kuvaajan pystyakselilla on kuvattu euromääräiset kustannukset ja vaaka-akselilla tehdyn ennakkohuollon määrä. Kuvaajaa ei ole

luotu selkeiden euromäärien pohjalta, koska esimerkiksi turvallisuutta ja ympäristövaikutuksia on hankala mitata rahassa. Kuvaaja siis antaa käsityksen ennakkohuollon määrän vaikutuksesta muihin vioista johtuviin kustannuksiin.

Suunnittelu ja huollettavien kohteiden valinta ovat tärkeä osa ennakoivan kunnossapidon tehokkuutta ja optimointia. Huollettavat kohteet valitaan kriittisyysanalyysin avulla. Kriittisyysanalyysissa esimerkiksi yksi tuotantolinja jaetaan pienempiin palasiin, jotka priorisoidaan kriittisyyden perusteella. Kohteet jaetaan kolmeen ryhmään: A-, B- ja C-ryhmään. Jakovaiheessa otetaan huomiin koneen vikahistoria, varaosienkulutus ja valmistajan antamat ohjeet koneen käyttöön liittyen. Ennakkohuolto tulee painottumaan A- ja B-ryhmän kohteisiin. C-ryhmän laitteille yleensä riittää korjaava kunnossapito, koska ne eivät suoraan vaikuta tuotantoprosessiin. Kriittisyysanalyysillä yrityksissä saadaan kohdennettua ennakkohuolto oikeisiin kohteisiin, jolloin seisokkien ja ennakkohuoltojen suunnittelu helpottuu ja ennakkohuollon piirissä olevien laitteiden määrä ei kasva. Kriittisyysanalyysi on keino optimoida ennakkohuollon määrää. Kriittisyysanalyysit ovat tuoneet selkeitä säästöjä yritysten kunnossapidollisiin kustannuksiin. (Järviö & Lehtiö 2017.)

#### 4.2 Hiomon kunnossapito

Hiomolla kunnossapitotoiminta pohjautuu kolmeen eri toimintoon: seisokkeihin, kunnossapidon- ja kunnonvalvonnankierroksiin sekä käyttöhenkilöstön tekemiin aistinvaraisiin ja SKF:n Marlin-tiedonkeruulaitteella tekemiin tarkastuksiin. (SKF Marlin.2015). Kunnossapitotoimintaa toteutetaan seisokeilla, kunnossapito- ja kunnonvalvontahenkilöstön tarkastuksilla ja laitteiden käyttöhenkilöstön havainnoilla. Hiomon seisokkien aikataulu pohjautuu PK-5 tuotantoon. PK-5:lla käytetään hiomolla tuotettavaa hioketta aikakausilehtipaperin massaan. Seisokkeja on yleensä noin 6 viikon välein mutta tarpeen vaatiessa useammin. Tarpeen vaatiessa seisokkeja voidaan pitää noin 2-3 viikon välein. Seisokkien välissä kunnonvalvonta ja kunnossapitohenkilöstö suorittavat tarkastuskierroksia konekohtaisen suunnitellun aikataulun mukaan. Kunnonvalvonnan ja kunnossapitohenkilöstön tekemät kierroksen kirjataan SAP-järjestelmään. Käyttöhenkilöstö suorittaa Marlin-kierroksia, joiden suorittamisessa tavoitteesta jäätii selkeästi vuonna 2017.

## 5 HIOMO

### 5.1 Toiminta

Hiomon alueella valmistetaan kuitupuusta hioketta, josta valmistetaan PK 5:lla aikakausilehtipaperia. Puumateriaalina käytetään pääsääntöisesti kuorittua kuusen runkoa. (Stora Enso 2017a.)

Hionta on mekaaninen massanvalmistusmenetelmä, jossa tavoitteena on pehmentää puun kuituja sitova ligniini veden, lämmön ja mekaanisen rasituksen avulla. Mekaanisen massanvalmistuksen saanti on todella hyvä, noin 96 %. Häviöt tulevat veteen liukenevien osien ja esimerkiksi kuorinnan häviöiden kautta. Kuoret voidaan kuitenkin käyttää voimalaitoksella polttoaineena. Hiomolle saapuessaan puut kuoritaan ja sahataan määrämittaan. Hionnassa puut painetaan pyörivää hiomakiveä vasten siten, että hiomakivi on kohtisuorassa hiottavaa kuusipölkkyä kohden. Hionnan aikana osa mekaanisesta työstä muuttuu kitkan vaikutuksesta lämmöksi, joka pehmentää ligniiniä ja irrottaa kuituja toisistaan. Kuvassa 8 on kuvattuna hionnan toiminta. Hiomakiven pintaa pestään ja voidellaan vesisuihkulla. Vedellä on tärkeitä tehtäviä hionnassa. Veden vaikutuksesta kitka ei nouse liian suureksi ja se pehmentää puuta, jolloin kuidut irtoavat paremmin. Lämmön noustessa hionnassa puu voi palaa. Puun kuidutusta voidaan tehostaa myös paineen avulla. Paineen avulla nostetaan veden kiehumislämpötilaa, jolloin hiontalämpötilaa voidaan nostaa ja kuidut irtoavat helpommin toisistaan. (Knowpap 2015.)

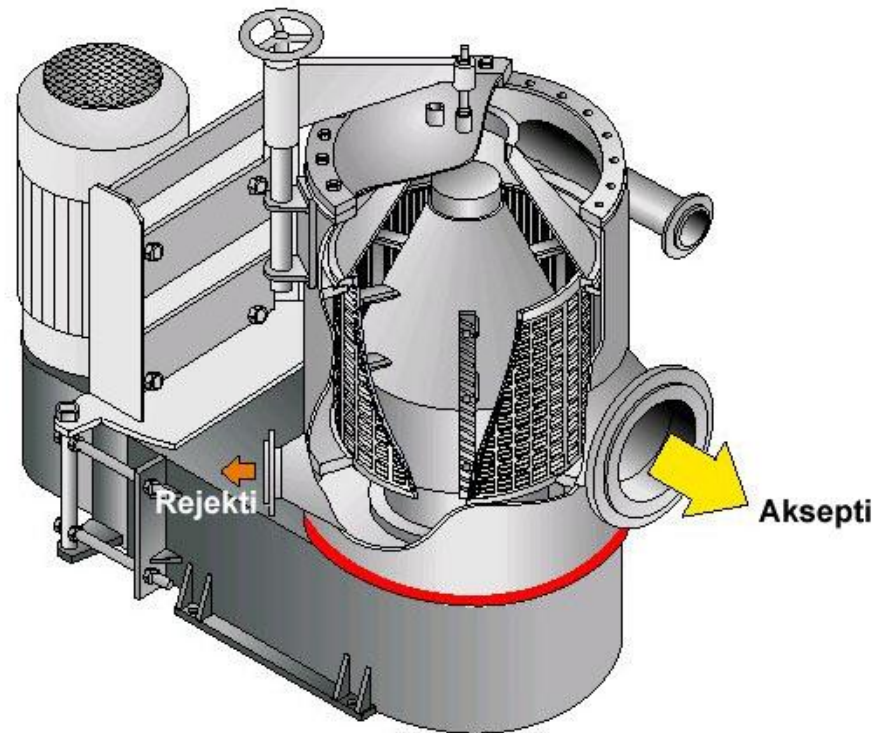
## HIONTA



Kuva 8. Hionnan toiminta (Knowpap 2015)

Irronnut materiaali siirretään vesisuihkulla linjastolla eteenpäin painesihdeille. Painesihtien tehtävänä on lajitella hioke ja suuremmat tikut, kuituniput ja säleet erikseen. Painesihdeissä hioketta eli akseptia pakotetaan paineen avulla sihtien läpi. Kuvassa 9 on esitetty painelajittimen rakenne. Puusta irronneita eroteltuja suurempia tikkuja, kuitunippuja ja säleitä kutsutaan rejektiksi. Rejektiiä jauhetaan rejektijauhimilla pienemmäksi, jotta huonosti syntyneistä kuiduista saataisiin hienompaa materiaalia tuotannon käyttöön. Puun mukana tulee myös muita kiinteitä partikkeleita, kuten kuoren palasia ja kiviä, jotka poistetaan rejektilajittimilla massan seasta koneiden säilymisen ja paperin laadun vuoksi. Palaneet kuidut ja kuoren palaset näkyisivät muuten paperissa tummina virheinä. Hiokkeen tasalaatuisuus on tärkeää paperinlaadun kannalta. Esimerkiksi aikakausilehtipaperin hiokkeen pitää olla täysin tikutonta hyvän painojäljen saamiseksi. (Knowpap 2015.)





Kuva 9. Painelajittimen leikkauskuva (Knowpap 2015)

Mekaanista massaa käytetään paperin valmistuksessa sen hyvän saannin ja lopputuotteelle antamien ominaisuuksien vuoksi. Sen valmistaminen on edullisempaa selluun verrattuna. Massan saanto sellun valmistukseen nähden on lähes kaksinkertainen ja se sisältää puun ainesosat kuten selluloosan ja ligniinin lähes alkuperäisessä suhteessa. Hioke myös takaa aikakausipaperille hyvän kalanteroitavuuden ja hyvät painotekniset ominaisuudet. Kalanterointikoneella vaikutetaan paperin paksuuteen, karheuteen ja kiiltoon. Hiokemassaan kuitenkin joudutaan lisäämään noin 20 % sellua, jotta aikakausilehtimassaan saadaan riittävät lujuusominaisuudet. (Knowpap 2015.)

## 5.2 Tiivistevesilinja

Veitsiluodon tehtaan hiomon tiivistevesilinjalla on vaikutuksia usealla alueella. Tiivistevesilinjaan kuuluvat hiomon laitteiden lisäksi jätevedenkäsittelylaitos ja valkaisun alue. Hiomon alueella on myös vanhan PK-1 alueen laitteita. Hiomon

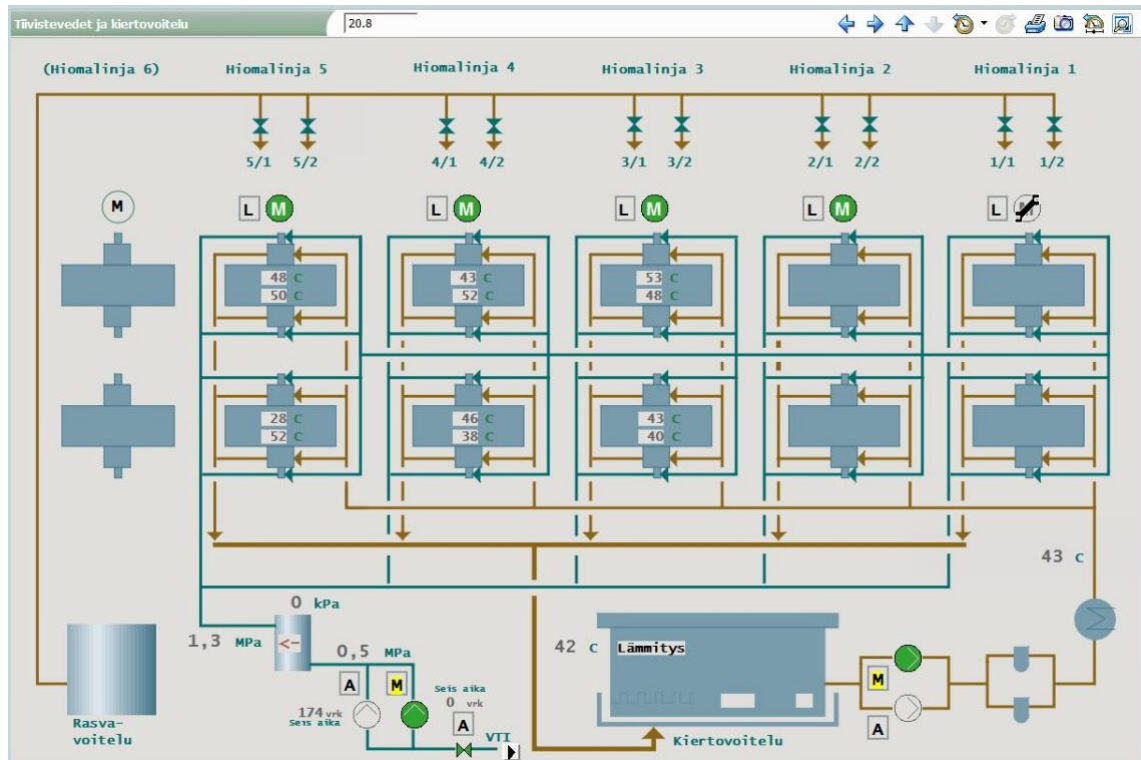
alueella tiivisteveettä käytetään useilla laitteilla tiivisteiden voitelu- ja viilennysaineena. Hiomon alueella tiivisteveettä tarvitsevat laitteet ovat kahdessa kerroksessa. Alakerrassa tiivisteveettä tarvitsevia laitteita ovat pumpput, säiliöiden sekoittimet ja valkaisulinjan laitteisto. Yläkerran laitteista tiivisteveettä käyttävät muun muassa hiomalinjat, painelajittimet, rejektilajittimet ja -jauhimet. Käytetty tiivistevesi ohjataan kanaaliin, josta vesi siirtyy jätevetenä puhdistettavaksi. Syksyllä 2017 Stora Enso investoi 13 miljoonaa euroa Veitsiluodon tehtaan jätevesipäästöjen vähentämiseksi, energia- ja kustannustehokkuuden parantamiseksi ja EU:n tulevaisuudessa tiukentuvien ympäristömääräysten täyttämiseksi. (Mehtonen 2016.)

Hiomon tiivistevesilinjalla käytetään alueella kemiallisesti puhdistettua eli kempuvettä. Tiivistevesilinjan paine tuotetaan keskipakopumpulla, joka on kahdennettu. Kahdennetuilla pumpuilla tarkoitetaan systeemiä, jossa on aktiivisesti työskentelevä pumppu ja toinen pumppu on varapumppu. Käytössä olevaa pumppua pidetään manuaalikäytöllä ja varapumppua automaattikäytöllä. Näin varmistetaan varapumpun käynnistyminen varsinaisen pumpun pysähtyessä. Kahdennetuilla pumpuilla varmistetaan systeemin toiminta pumpun vikatilanteissa. Pumpattu vesi suodatetaan veden suodattimella ennen putkistoon menoa. Putkisto haarautuu pienempiin osiin, jotka menevät toimilaitteille ja alueille. Kuvassa 10 on hiomon alakerrassa oleva tiivistevesiyksikkö.



Kuva 10. Hiomon tiivistevesiyksikkö

Hiomon alueella tiivistevesilinjan paine oli 13,5 baria (Hiomon Metso DNA-järjestelmän mukaan 29.12.2017). Linjan paine on sovitettu siten, että paine on riittävä myös yläkerran toimilaitteillakin. Kuvassa 11 on esitettyä Metso DNA-järjestelmästä hiomon alueen Tiivistevedet ja kiertovoitelu -välilehti, jossa näkyy pumppujen toiminta automaatio- ja manuaalikäytöllä, pumpun tuottama paine ja tiivistevesisuodattimen paine-ero.



Kuva 11. Hiomo DNA Tiivistevedet ja kiertovoitelu -välilehti (Metso DNA 2018)

### 5.3 Laitekanta

Kunnossapitoinsinööreiltä saatujen pohjatietojen mukaan osa hiomon laitteistosta on vanhaa ja elinkaarensa loppuvaiheilla. Hiomon laitteistoa on uusittu varaosien saannin ja kunnossapidettävyyden heikentyessä. Hiomon alueella alakerran toimilaitteet ovat pääsääntöisesti keskipakopumppuja hiokemassan pumppaukseen ja massansäiliöiden sekoittimia. Osa sekoittimista ja pumpuista on ajan saatossa muutettu rasvavoitelulle ja osalla käytetään edelleen tiivisteveettä voiteluun. Hiomon pumppuja on uusittu ajan saatossa varaosien saannin ja laitteiden nykyisten vaatimusten mukaan. Hiomon pumpput ovat Sulzerin valmistamia ja huoltamia. Tiivistevesilinjan suodatinyksikköä ei ole uusittu. Tiivistevesisuodatin on Filter Oy Helsingin toimittama. (Vakkala 2018.)

Yläkerrassa hiomolla on 5 hiontalinjaa, päälinjalla 12 lajitinta, 5 tärylajitinta, 4 rejektilajitinta ja 3 rejektijauhinta. Kyseisillä laitteilla käytetään tiivisteveettä. Rejektijauhimia, -lajittimia ja päälinjan lajittimia ei ole vielä modernisoitu. Rejektijauhinta ja painelajittimilla käytetään tavallisia akselitiivisteitä. Tiivistys toteutetaan usealla akselitiivisteellä. Tiivisteet asetetaan akselin ympärille ja tuetaan tukiholkilla.

Paketti kiritään lajittimen pintaa vasten. Rejektijauhimet ovat Andritzin valmistamia. Rejektilajittimet on valmistettu vuonna 1962 A. Ahlström osakeyhtiön Karhulan konepajassa. Myöhemmin A. Ahlström on myynyt toimintojaan muun muassa Valmetille ja Andritzille. (Vakkala 2018)

Kartoitetuista laitteista tehtiin EXCEL-taulukot, jotka on esitetty liitteissä 1 ja 2. Rejekti- ja painelajittimet ovat liitteessä 1 ja alakerran pumput ja sekoittimet ja rejektijauhimet ovat kirjattuina liitteessä 2. Laitteet valittiin käyttöhenkilön opastamalla kierroksella. Osa laitteista rajattiin pois laitteiston lukumäärän pienentämiseksi. Rajaus tehtiin laitteen nykyisen tilanteen mukaan. Laitteet rajattiin pois laitekatsannosta, jos ne eivät olleet aktiivisessa käytössä. Alueella olevien vanhojen PK-1 laitteiden määrä olisi muuten hankaloittanut kartoitusta ja ennakkohuoltohistorian tarkastelua.

Laitekantaa kartoitettaessa toimilaitteilta kirjattiin toimilaitteelle tulevan tiivisteveden paine ja virtaus. Toimilaitteilla asennetusta magneettiventtiilistä kirjattiin valmistajan laitekoodi ja toimintapaine. Magneettiventtiilit kartoitettiin niiden lukumäärän ja toimivuuden selvittämiseksi. Magneettiventtiileitä ei ollut käytössä kaikilla laitteilla. Magneettiventtiileitä oli käytössä monenlaisia malleja, vanhempia ja uudempia.

#### 5.4 Vikatiedot ja huoltohistoria

Stora Enso käyttää tuotannonohjausjärjestelmänään SAPia. SAPissa on muun muassa kirjattuna häiriö- ja vikatiedot, huoltohistoria, varaosat ja toimintopaikan rakenne-esitys tehdastasolta yksittäisen koneen tasolle. Tässä työssä tiedon hankintaan käytettiin laitteiden ja hiomon alueen vika- ja häiriötietoja ja laitteiston kirjattua huoltohistoriaa.

Lähtötietoina työn aloitusvaiheessa oli tiivistevesilinjan liittyvät häiriöt ja viat, jotka osaltaan hidastavat ennakkohuollon toteutusta alueella. Korjaavaan kunnossapitoon käytetyt resurssit vievät aikaa ennakoivalta kunnossapidolta. Alueella oli myös rikkoutunut normaalia enemmän pumppuja ja laakereita. Vika- ja häiriötietojen avulla saatiin tietoa ja lukuarvoja hiomon alueella tapahtuneista tiivistevesilinjaan liittyvistä häiriöistä. Huoltohistorian katsannolla saatiin tietoa alueen ennakkohuoltojen toteutumisesta ja mahdollisista parannuskohteista.

Vika- ja häiriötiedot kerättiin, suodatettiin ja analysoitiin 1.1.2010 - 19.1.2018 aikaväliltä. Häiriötiedoista suodatettiin häiriö- ja vikailmoitukset, jotka viittasivat tai liittyivät suoraan tiivisteveteen tai kartoitettuun laitteistoon. Suodatetut ilmoitukset luettiin läpi ja häiriön synnyn syy kirjattiin ylös, jos ilmoitukseen syy oli kirjattuna. Joissain tapauksissa ilmoituksen informatiivisuus ja huono laatu vaikuttivat tietojen kirjaamiseen. Aikaväliksi valittiin 7 vuoden ajanjakso hiomon tiivistevesisuodattimella havaitun epäkohdan vuoksi. Tiivistevesisuodattimessa on suodattimen ohituslinja, jolla tiivistevesisuodatin voidaan tarvittaessa ohittaa esimerkiksi huollon ajaksi. Vuonna 2013 tiivistevedensuodatin oli ohitettu suodattimen paine-erohälytyksen vuoksi. Ohituksesta oli tehty häiriöilmoitus SAP-järjestelmään. Ilmoitus oli nimetty *"tv-suodin tukossa"* ja ilmoituksen kuvauskenttään oli kirjoitettuna: *"4.9.2013 paine-ero korkea suodin ohitettu"* (SAP 2018).

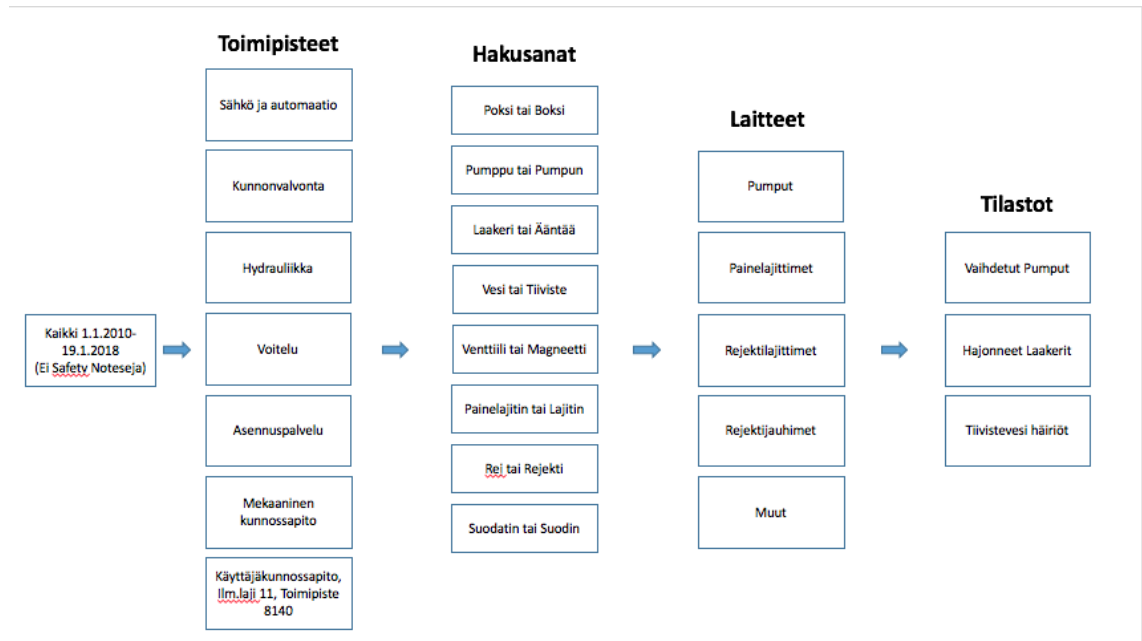
Tiivistevesisuodattimessa on paine-erolähetin, joka ilmaisee paine-eron noustessa suodattimen olevan tukkeutunut. Ilmoituksen pohjalta häiriötiedoille tehtiin lukumäärän vuosittainen vertailu, jotta nähtäisiin, onko suodattimen ohituksella ollut merkittävää vaikutusta tiivistevesilinjaston toimintaan. Myös rikkoutuneiden laakereiden ja pumppujen määrä kirjattiin. (SAP 2018.)

Ennakkohuoltohistorian tarkastelu tehtiin laitteiston kartoituskierrosten pohjalta. Laitteiden ennakkohuolloista kirjattiin ennakkohuollon suunniteltu päivämäärä, toteutunut päivämäärä ja toteutunut poikkeama. Näiden pohjalta luotiin kuvaajat, joista jokaisen huollon toteutuminen ja poikkeama ovat luettavissa. Kuvaajat ovat liitteissä 3-10.

## 6 TOTEUTUS

### 6.1 Vika- ja häiriötietojen käsittely

Alla olevassa kuviossa 3 on esitettynä vika- ja häiriötietojen käsittelyn vaiheet. Vika- ja häiriötiedot kerättiin 1.1.2010 - 19.1.2018 väliseltä ajalta. Vika- ja häiriötietoja SAPIin kirjattaessa ilmoituksille kirjataan toimipiste.



Kuvio 3. Vika- ja häiriötietojen käsittelyvaiheet

Ilmoituksia kerättiin yhteensä 7 eri toimintopisteeltä ja ilmoituksista karsittiin pois turvallisuushavainnot eli ns. Safety Notesit. Ilmoitukset haettiin seuraavilta toimipisteiltä:

- FIVL 1100, Sähkö ja automaatio
- FIVL 2002, Kunnonvalvonta
- FIVL 2003, Hydrauliikka
- FIVL 2004, Voiteluhuolto
- FIVL 2006, Asennuspalvelu
- FIVL 2100, Mekaaninen kunnossapito
- Ilmoituslaji 11, Toimipiste 8140, Hiomo käyttäjäkunnossapito.

Ilmoituksia kyseisiltä toimipisteiltä saatiin yhteensä 30 076 kappaletta. Osalta työpisteiltä saatiin myös muiden alueiden häiriötietoja, jotka poistettiin katsannosta. (SAP 2018.)

Saadut ilmoitukset suodatettiin vielä työn pohjatietojen ja usein esiintyneiden häiriökuvausten pohjalta omiin ryhmiinsä seuraavilla hakusanoilla (kahdella eri tapaa kirjoitettuna):

- poksi tai boksi
- pumppu tai pumpun
- laakeri tai ääntää
- vesi tai tiiviste
- venttiili tai magneetti
- suodatin tai suodin
- lajitin tai painelajitin
- rej tai rejekti.

Muut ilmoitukset kerättiin omaan ryhmään ja niistä valittiin tarkastettavaksi edellä mainittuihin hakusanoihin viittaavat ilmoitukset. Valitsematta jätetyt ilmoitukset karsittiin pois tutkinnasta. Valitsematta jätettiin ilmoitukset, jotka viittasivat selkeästi johonkin muuhun kuin tiivistevesihäiriöön tai tarkasteltuihin toimilaitteisiin. Suodatuksen jälkeen ilmoituksia jäi jäljelle 894 kappaletta. Saadut ilmoitukset luetun kuvauksen osalta jaettiin omiin osiinsa toimilaitteiden osalta. Ilmoitukset jaettiin käsiteltäväksi toimilaitteiden perusteella pumppuihin, painelajittimiin, rejektilajittimiin, rejektijauhimiin ja muihin laitteisiin. (SAP 2018.)

## 6.2 Laitekannan kartoitus

Laitekannan kartoituksessa lukuarvoista kirjattiin ylös laitteelle tuleva tiivisteveden paine ja virtaus. Laitteilla olevien magneettiventtiilien lukumäärä pyydettiin selvittämään, koska niiden toimintahäiriöiden tiedettiin aiheuttavan kuivakäyntiä ja ne ovat vanhaa tekniikka paperiteollisuudessa.



Magneettiventtiileiden mallinumero kirjattiin kartoitustietoihin. Pääsääntöisesti hiomolla käytössä olleet magneettiventtiilit olivat 0-8,5 tai 0-9 barin toiminta-alueella. Alueella oli vanhempia ja uudempia Ascon valmistamia venttiileitä. Vanhemmat venttiilit olivat 8,5 barin maksimipaineella ja uudemmat 9 barin maksimipaineella. Kartoitetuilla laitteilla magneettiventtiileitä oli käytössä yhteensä 32 kappaletta. Kuvassa 12 oikealla on esitettynä vanhemman mallinen 8,5 barin magneettiventtiili ja vasemmalla 9 barin uudemman mallinen magneettiventtiili.



Kuva 12. Vasemmalla vanhempi 8,5 barin magneettiventtiili ja oikealla uudempi 9 barin magneettiventtiili

Alueella käytetään John Crane Safematicin valmistamia rotametrejä, jotka ilmoittavat tiivisteveden virtauksesta ja mahdollisista virtauskatkoksista. Alueella oli käytössä uudempaa ja vanhempaa mallia. Vanhempien rotametrien pesunapit olivat useimmissa toimilaitteissa jumiutuneet ja tukkeutuneet. Kuvassa 13 vasemmalla on kuvattuna John Crane Safematicin valmistama uudemman mallinen Safeunit-rotametri ja oikealla on kuvattuna Safematicin valmistama vanhempi rotametri.



Kuva 13. Vasemmalla uusi Safeunit-rotametri ja oikealla vanha Safematic:n valmistama rotametri

### 6.3 Suodattimen tarkistus ja huolto

Työn aloitusvaiheessa käytiin tutustumiskierroksella hiomolla. Hiomon tutustumiskierroksella havaittiin tiivistevesisuodattimen huonokuntoisuus ja työn aikana havaittu tiivistevesisuodattimen ohitus otettiin työnkäsittelyssä huomioon. Tarkkaa tietoa suodattimen ohituksen vaikutuksesta tiivistevesilaitteiden toimintaan ei ollut. Suodattimen tarkistus ja huolto suoritettiin huoltoseisokin aikana.

Hiomon kierroksella suodattimen ulkopuolinen kunto todettiin huonoksi. Suodattimen venttiilit ja ulkokuori olivat ruosteisia. Suodattimen pesän tarkastuslinssit olivat todella likaiset. Huollossa suodatinrunko aukaistiin, pesurin ja sisäisten mekaanisten osien kunto tarkastettiin. Mekaaniset osat olivat kaikki kunnossa, mutta suodattimen pesurin kaavinkumit olivat kuluneet loppuun eivätkä enää koskettaneet suodattimen pintaa. Kuvassa 14 vasemmalla kuvattuna suodattimen ulkoinen kunto ja oikealla kuva kuluneista kaavinkumeista.



Kuva 14. Vasemmalla suodattimen ulkopuolen ja kiinnityspinnan kunto ja oikealla suodattimen kuluneet kaavinkumit

Suodattimen kaavinkumit vaihdettiin uusiin. Suodattimen sisäosat vaativat pesun. Pitkään käyttämättömänä olleen suodattimen pesään oli kertynyt ruosteista ja liejuista vettä. Veden pinnalla kellui mustaa hiekan tyyppistä rouhetta. Suodattimen sisällä olevaa sihtirumpua kopistelemalla mustaa rouhetta löytyi lisää. Rouheesta otettiin näyte sen alkuperän ja sisällön selvittämiseksi. Rouheen alkuperän selvittäminen tehtiin häiriötietojen käsittelyssä esiintyneen ”mustan muran” vuoksi. Kuvassa 15 vasemmalla on kuvattuna suodattimen kuluneet kaavinkumit ja oikealla suodattimen pohjalla näkyy ruosteista liejua ja veden pinnalla kelluvaa mustaa muraa.

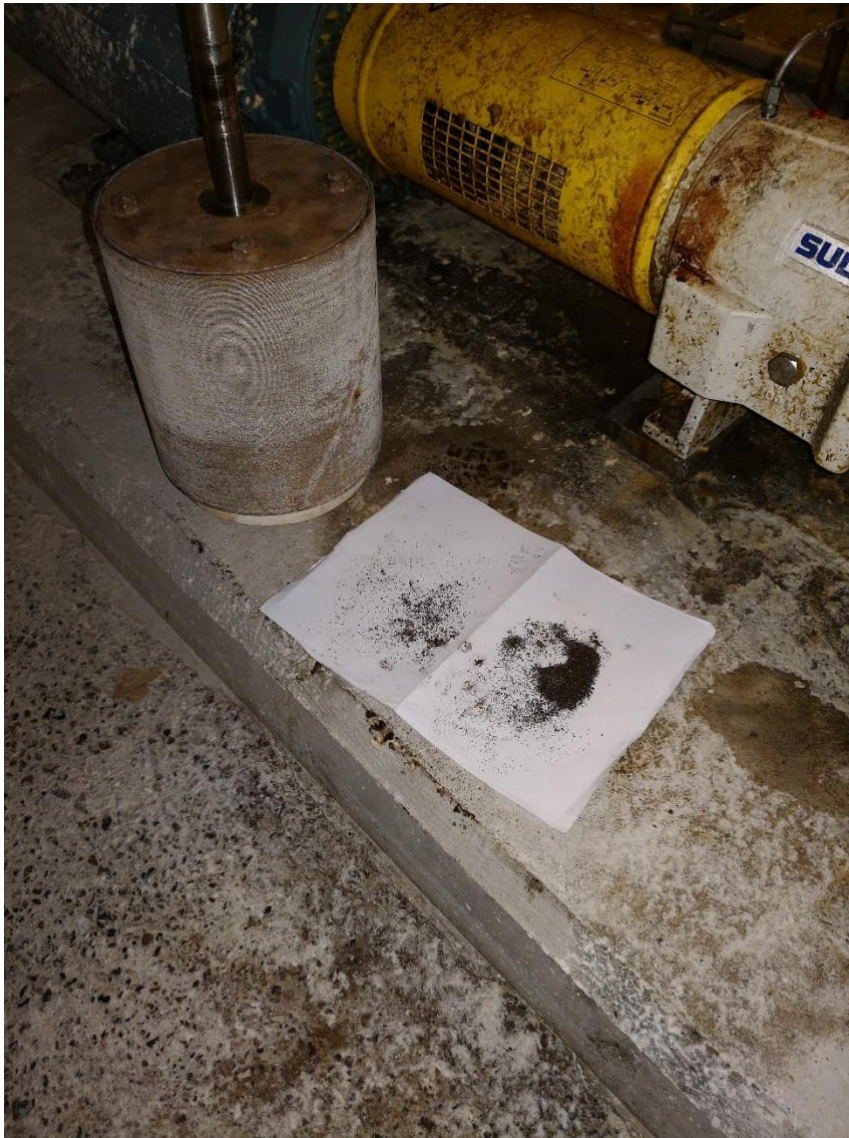




Kuva 15. Vasemmalla suodattimen kuluneet kaavinkumit ja oikealla suodattimen likainen sisäpohja ja mustaa murua

Suodattimen pesutoimintaa pystytään ohjaamaan kahdella tavalla, manuaalisesti ja automaattisesti. Automaattikäytöllä suodattimen sykli on 3 minuutin pesu ja 2 tunnin tauko. Suodatinrunгон pohjassa olevasta poistoputkesta likainen vesi poistuu kanaaliin.

Tiivistevesisuodatin on Oy Filter Helsingin toimittama. Kunnossapitoinsinöörien kanssa keskusteltaessa suodattimen nykyaikaisuus ja nykyvaatimusten täyttäminen nousivat esille. Suodatin on vanha ja varaosien saanti voi tulevaisuudessa osoittautua ongelmalliseksi. Tulevaisuudessa suodattimen uusiminen kunnossapidettävyyden ja tiivistevesilinjan toimivuuden kannalta on tärkeää. Kuvassa 16 on kuvattuna suodattimen sisältä tullutta mustaa murua, joka analysoitiin tehtaan laboratoriossa.



Kuva 16. Mustaa murua suodattimen sisältä

#### 6.4 Mittaukset ja näytteet

Hiomon alueella otettiin vesinäytteitä tiivistevedenlaadun määrittämiseksi. Tiivistevesinäytteet otettiin ennen suodattimen huoltoa. SAPissa on kirjattuna useita häiriöilmoituksia likaisesta tiivistevedestä. Tiivisteveden mukana toimilaitteille on kulkeutunut mustaa ”muraa”, joka on tukkinut tiivistevesiletkuja ja rotametrejä. Erityisesti tukkeumia ja mustaa ”muraa” on ilmennyt seisokkien ja sähkökatkosten jälkeen. Käyttämättömyyden ja virtaamattoman tiivisteveden aikana likaa siis kertyy toimilaitteille. Mustan ”muran” alkuperästä tai koostumuksesta, ei ollut tietoa. Tiivistevesinäytteitä otettiin 3 kappaletta

alakerran toimilaitteilta ja 2 kappaletta yläkerran toimilaitteilta. Alakerran ja yläkerran näytteet otettiin eri päivinä.

Alakerran vesinäytteet otettiin 1/1 portaan syöttöpumpun tiivistevesilinjasta ja hiokesäiliö 1:n sekoittaja 1:n rotametriltä ja tiivistevesiyksiköltä. Näytteet merkattiin A1, A2 ja A3. 1/1 portaan syöttöpumpun tiivistevesilinja oli suljettu hanasta. Näytteenoton alussa vettä valutettiin noin 10 sekunnin ajan. Veden valutuksen ajan tiivistevesi oli todella likaista ja veden mukana tuli vähän mustaa murua. Näytevesi oli lopulta hieman ruskehtavaa eikä se ollut täysin puhdasta. Kahdessa muussa alakerran näytteenottopisteessä toimilaite oli käynnissä ja näytevesi virtasi näytteenoton aikana. Vesinäytteet olivat alusta lähtien puhtaita. A2-näyte otettiin rotametrin läpi ja A3-näyte otettiin tiivistevesiyksiköllä olevasta varoventtiilistä. Kuvassa 17 on kuvattuna alakerran näytteiden ottopaikat. Kuvassa vasemmalla on näytteenottopaikka A1, keskellä näytteenottopaikka A2 ja oikealla näytteenottopaikka A3.



Kuva 17. Vasemmalla näytteenottopaikka A1, keskellä näytteenottopaikka A2 ja oikealla näytteenottopaikka A3

Yläkerran tiivistevesinäytteet otettiin kahdesta paikasta. Näytteet merkattiin Y1 ja Y2. Y1-näyte otettiin 1B-portaan painesihti 2:lta ja Y2-näyte otettiin rejektijauhin 2:lta. Näytteiden ottohetkellä painelajittimet eivät olleet käytössä, mutta rejektijauhimet olivat. Vettä juoksutettiin myös yläkerran näytteillä noin 10 sekunnin ajan. Y1-näytteen vesi oli likaista ja Y2-näytteen vesi oli alusta lähtien



puhdasta. Y1-näyte otettiin laitteelle tulevasta linjasta ja Y2-näyte otettiin laitteella olevan rotametrin läpi. Kuvassa 18 on kuvattuna yläkerran näytteenottopaikat. Kuvassa vasemmalla näytteenottopaikka Y1 ja oikealla näytteenottopaikka Y2.



Kuva 18. Vasemmalla näytteenottopaikka Y1 ja oikealla näytteenottopaikka Y2

Näytteissä huomioitavaa ovat käynnissä olevien laitteiden kirkkaampi ja puhtaampi vesi verrattuna seisoviin laitteisiin. Näytteet A2 ja Y2 otettiin rotametrin läpi, joilla voi kyseisissä näytteissä olla suodattava vaikutus. Tulokset tukevat ilmoituksia seisokkien ja sähkökatkosten jälkeisestä likaisesta tiivistevedestä ja tukkeutuneista rotametreistä. Vesinäytteet tutkittiin laitevalmistajien antamien ohjearvojen mukaisesti.

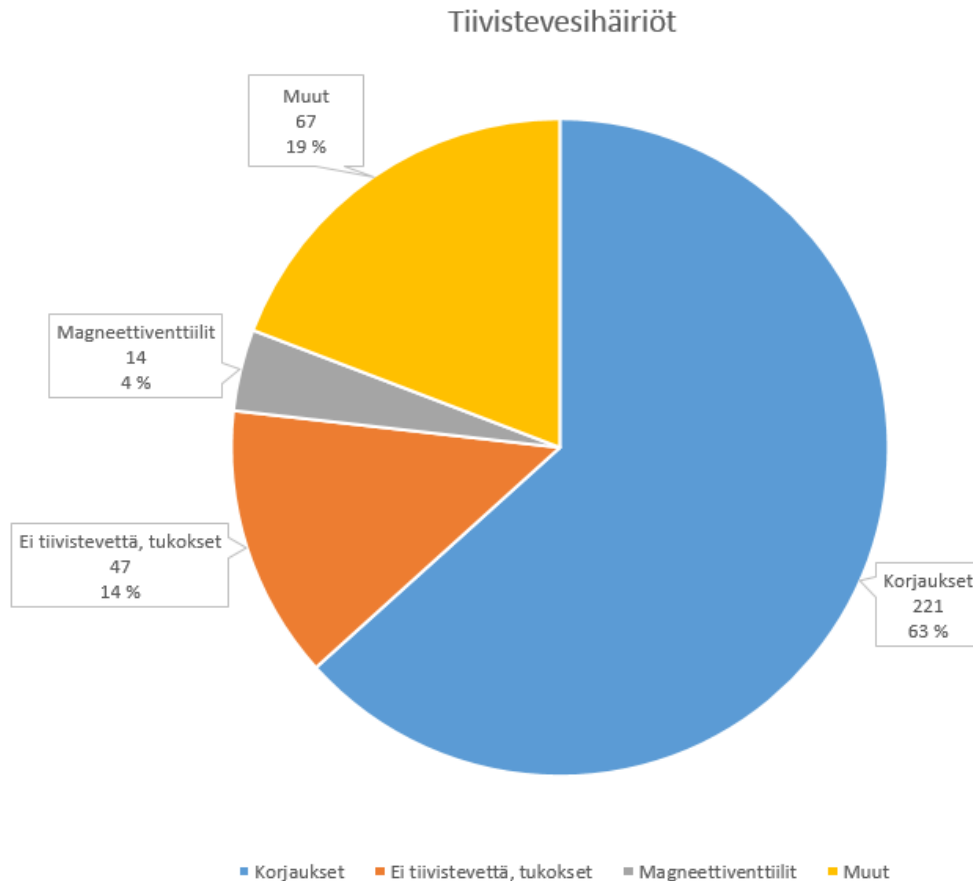
## 7 TULOKSET

### 7.1 Vika- ja häiriötietojen tulokset

Laitteilta kerättiin tiedot vaihdetuista pumpuista, laakerivioista ja tiivistevesihäiriöiden lukumäärä. Kyseisellä aikavälillä vaihdettujen pumppujen määrä oli 90 kappaletta ja vaihdettuja laakereita eri laitteilla oli 106 kappaletta. Laakereita oli vaihdettu painelajittimilla 20 kappaletta ja rejektilajittimilla 6 kappaletta. Pumppujen laakereita oli vaihdettu 34 kappaletta. Osa rikkoutuneista laakereista oli johtanut koko pumpun vaihtoon. Paine- ja rejektilajittimilla laakereiden rikkoutumista aiheuttaa tiivisteistä valuva tiivistevesi. Akselitiiviste lajittimilla on suoraan laakereiden yläpuolella.

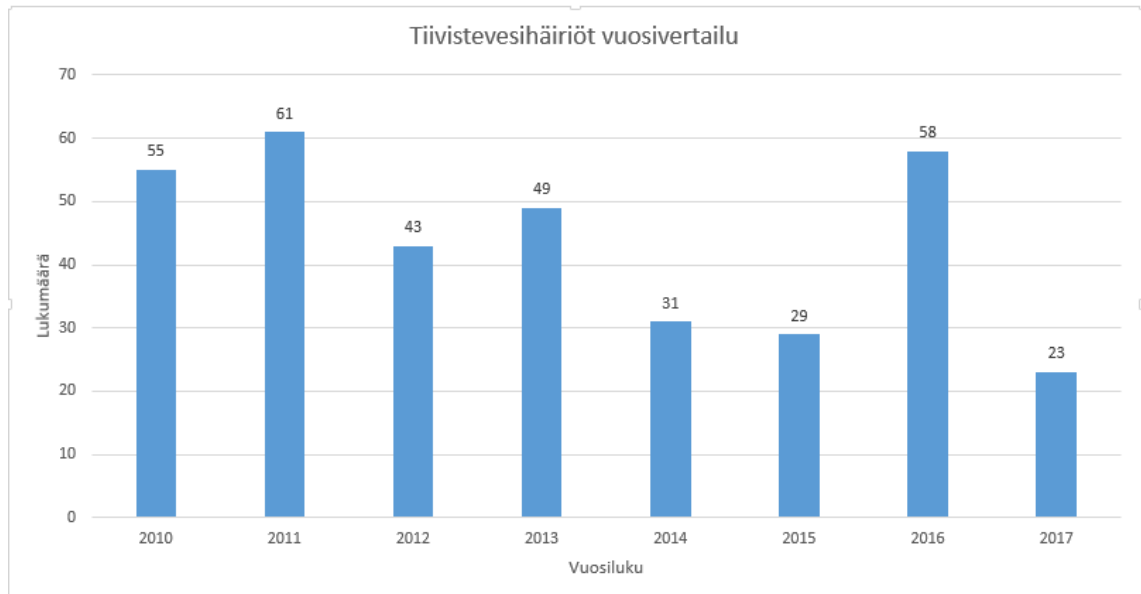
Tiivistevesihäiriöitä aikavälillä oli yhteensä 349 kappaletta. Kuviossa 4 on kuvattuna ilmoitusten kuvaus -kentän mukainen häiriön syy. Korjaukset-kohdan ilmoituksissa häiriöistä ainoastaan kerrottiin tiivisteiden kirimisestä, uudelleen pakkaamisesta tai vaihtamisesta. Näillä ilmoituksilla häiriön synnyn syytä ei ole tiedossa. Muut-kohtaan on koottu yleisiä ilmoituksia korkeasta paineesta, letkurikoista ja putkilinjan tai venttiilien vuodoista. Magneettiventtiilit-kohdassa on ilmoitukset, joissa magneettiventtiilin toimintahäiriö on aiheuttanut vesikatkoksia tai kuivakäyntiä. Ei tiivisteveettä -kohdassa syynä on ollut letkun, putken tai rotametrien tukkeuma. Tukokset johtavat tiivisteiden kuivakäyntiin ja rikkoutumiseen, kuten tiivistevesitekniikankoulutuksessa kävi ilmi. Tukkeuma tai liian korkea paine olivat usean ilmoituksen syynä. Korkea linjanpaine oli mainittu yhdeksi syyksi yhteensä 11 ilmoituksessa. Korkea paine oli mainittu myös yhdeksi magneettiventtiilien toimintahäiriösyysksi. Tiivistevesihäiriöiden syitä ei saatu häiriökuvausten huonon laadun vuoksi kovinkaan hyvin selville. Kuvasta nähdään, että tiivisteiden korjauksia on noin 2/3 kaikista tiivisteveeteeen liittyvistä häiriöistä. Kyseisissä ilmoituksissa tiivisteiden hajoamisen syytä ei ole selvillä, joten toimenpiteitä häiriön toistumisen estämiseksi ilmoitusten pohjalta ei voida tehdä.





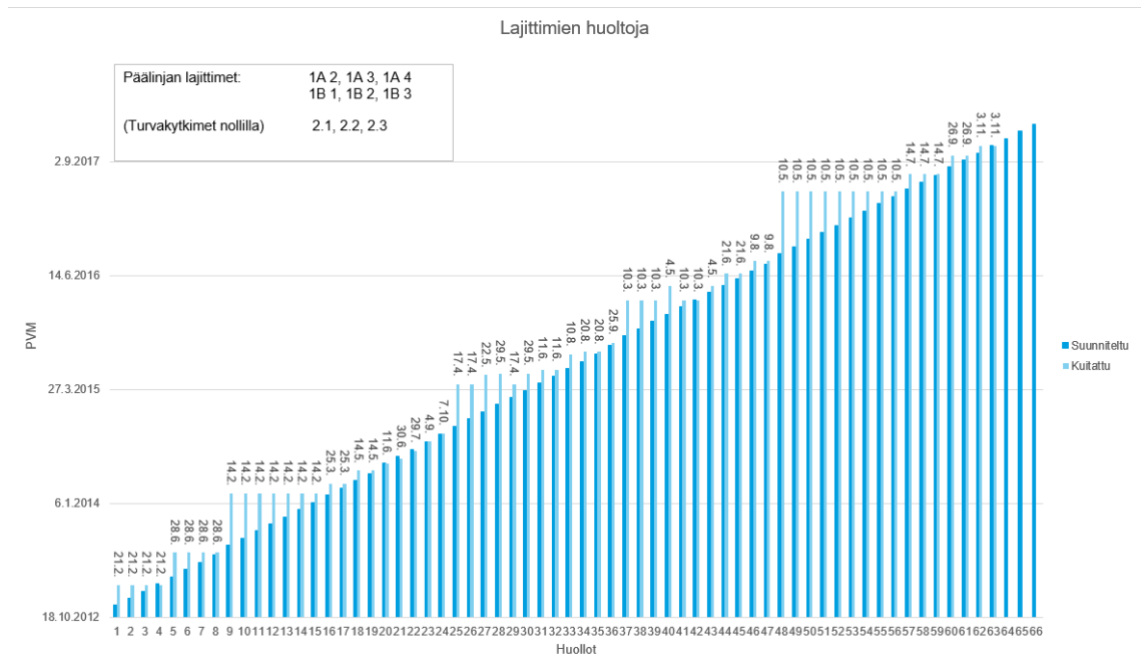
Kuvio 4. Tiivistevesihäiriöiden syiden jakauma

Tilastojen pohjalta tehtiin häiriöiden vuositason vertailu. Vuositason vertailu tehtiin tiivistevesisuodattimen ohituksen vuoksi. Häiriöilmoitus tiivistevesisuodattimen ohituksesta oli tehty vuonna 2013. Tiivistevesihäiriöiden määrässä vuositasolla vuoden 2013 jälkeen ei ollut kasvua verrattuna aikaisempiin vuosiin. Tiivistevesisuodattimen ohitettiin vuonna 2013 ja seuraavana kahtena vuotena tiivistevesihäiriöiden määrä tehdyssä otannassa oli laskenut. Kuitenkin vuonna 2016 häiriöiden määrä on kaksinkertainen vuoteen 2015 verrattuna. Vuonna 2017 määrä kuitenkin laski pienimmäksi koko ajan jaksolla. Muutoksia voi selittää suuri vika häiriöiden esiintyminen vasta vuonna 2016 ja suuri vikakorjauksen määrä vuonna 2017. Vertailun pohjalta ei voida suoraan sanoa tiivistevesisuodattimen ohittamisen vaikutusta kaikkien häiriöiden määrään. Tiivistevesihäiriöiden vuosivertailu on kuvattuna kuviossa 5.



Kuvio 5. Tiivistevesihäiriöiden vuosivertailu

Huoltohistorian ja –suunnitelman tarkistaminen suoritettiin kartoitettujen laitteiden pohjalta. Kartoitetut laitteet on listattu liitteissä 1 ja 2. Huoltohistorian katsannossa osan laitteiden merkinnöissä löytyi puutteita. Alueasentajien tekemät ennakkohuoltokierrokset olivat pääsääntöisesti myöhässä suunnitellusta aikataulusta. Myöhästymiset johtuvat pääsääntöisesti suuresta vikakorjauksien määrästä alueella. Esimerkkinä tarkastelujen pohjalta tehdyistä kuvaajista on käytetty painelajittimien kuvaajaa. Pinelajittimien kuitatut huollot ovat esitettyinä kuviossa 6. Kuvaajassa tumman sininen palkki kuvaa *Huollon suunniteltua* päivämäärää ja vaalean sininen palkki *Huollon kuittaus*-päivämäärää. Huoltojen kuittaukset olivat painelajittimilla heikkolaatuisia. Pinelajittimilla useita huoltoja oli kuitattu samalle päivälle ja huoltoja ei ole kuitattu kronologisessa järjestyksessä. Tämän hankaloittaa huoltohistorian tarkastelua ja tiedot eivät ole luotettavia. Kuvaan on lisättyä huollon kuittauspäivämäärä kuvaajan selventämiseksi. Kunnonvalvonnan suorittamat merkinnät olivat luotettavia ja noudattivat lähes suunniteltua aikataulua. Laitteiden huoltohistorian pohjalta tehdyt kuvaajat ovat liitteissä 3-10. Osassa kuvaajissa on kuvattuna useamman laitteen huollot. Näillä laitteilla huollot olivat kuitattuina samana päivänä. Kuvaajiin on lisätty laitteiden nimet, jos useita laitteita sisällytetty samaan kuvaajaan.



Kuvio 6. Painelajittimien kunnossapidon kuitattujen huoltojen kuvaaja

## 7.2 Mittausten ja näytteiden tulokset

Vesinäytteet tutkittiin Veitsiluodon tehdasalueella sijaitsevassa laboratoriossa. Vesinäytteistä tutkittiin John Cranelta saatujen tiivisteveden laadunohjeistuksen pohjalta veden silikaattipitoisuus, permanganaattiluku, rautapitoisuus ja veden kovuus. John Cranen ohjeistuksessa mainittiin myös veden hiukkaskoko, jota ei tehtaan laboratoriossa pystytty määrittämään. Hiukkaskoon määrittämiseen John Cranella myös mainitaan, että vesi ei saa sisältää savea tai muita pieniä hankaavia tai hiovia aineita. (John Crane 2012.)

Tiedot tiivisteveden laatuohjeissa mainittuihin kohtiin hankittiin useista eri lähteistä. Lähteinä toimivat vedenkäsittelyyn ja metsäteollisuuteen keskittyneet yritykset. Veden silikaattipitoisuus kuvastaa vedessä olevien maaperäisten mineraalien määrää. Vedessä esiintyviä maaperäisiä mineraaleja ovat esimerkiksi piitä ja happea sisältävä  $\text{SiO}_2$  eli kvartsi. Veden permanganaattiluku kuvastaa vedessä olevia orgaanisia epäpuhtauksia, kuten humusta. Humuksen hiukkaskoko on aina alle  $45 \mu\text{m}$ . Orgaaniset epäpuhtaudet lahoavat vedessä. Suomen vesistöissä orgaaninen aine on yleensä humusta. Humus vaikuttaa veden ulkonäköön, makuun ja voi edesauttaa saostumien muodostumista. Veden

runsas humuspitoisuus vaikeuttaa raudanpoistoa vedestä. Veden rautapitoisuus puolestaan aiheuttaa veteen makuhaittoja ja värjäymiä. Veden kovuus kuvastaa vedessä olevan kalsiumin ja magnesiumin määrää. Kova vesi aiheuttaa lämmönvaihtimissa ja muissa vesilaitteissa kattilakiveä, joka heikentää lämmönvaihtimien lämmönsiirtokykyä. Kattilakivi aiheuttaa tukkeumia ja kerrostumia kulma- ja liitoskohtiin. Kuvassa 19 on kuvattuna John Cranen suositus tiivisteveden laadulle. (Oy Watman AB 2018.)(Vapo Oy 2012.)(Oy Pumppu Lohja AB 2018.)

### General requirements for seal water quality

Solid particles max. 10 mg/l may not include clay or alike small abrasives  
Particle size max. 50 µm  
Silicate content max. 10 mg/l  
Permanganate number max. 30 mg/l  
Amount of Iron max. 1 mg/l  
Total hardness max. 10°dH

Kuva 19. John Cranen ohjeistus tiivisteveden laadulle (John Crane 2012)

Taulukossa 2 esitettyinä ovat laboratoriosta saatujen vesinäytteiden arvot.

Taulukko 2. Vesinäytteiden tulokset (Kukkonen 2018)

	Ohje-arvo	A1.	A2.	A3.	Y1.	Y2.
Hiukkaskoko	< 50 µm	-	-	-	-	-
Silikaattipitoisuus	< 10 mg/l	8,2	7,8	8	7,6	8
Permanganaattiluku	< 30 mg/l	28	6,3	15	10	6,2
Rautapitoisuus	< 1 mg/l	0,015	0,018	0,182	0,005	0,021
Kovuus	< 10 °dH	1,49	1,51	1,44	1,67	1,47

Vesinäytteiden arvot ovat kaikki John Cranen määrittämien rajojen sisällä. Alakerran näytteet otettiin seisakin ollessa käynnissä ja yläkerran näytteet seisakin jo päätyttyä. Seisakkien jälkeen koneet ovat olleet kauan pysähdyksissä, jolloin likaa on kertynyt putkistoon. Startissa nämä epäpuhtaudet kulkeutuvat toimilaitteille. Näyte A1 oli näytteistä likaisin ja sisälsi eniten permanganaattia ja silikaattia. Kyseisessä paikassa tiivisteveettä ei ole käytetty pitkään aikaan, jolloin epäpuhtauksia on kertynyt venttiilin suulle. Humus aiheuttaa ajan kuluessa

tukkeumia virtausmittareihin ja kvartsi toimii hiovana aineena tiivisteiden liukupinnoilla. Nämä pienentävät tiivisteiden elinikää. Näytteiden vesi ei ole erityisen kovaa, mutta kattilakiven muodostumisesta saaduilla veden kovuuksilla pidemmällä aikavälillä ei ole tarkkaa tietoa.

Tiivistevesisuodattimelta saadulle murulle tehtiin EDX-analyysit tehtaan laboratoriossa. EDX-analyysi eli Energy Dispersive X-Ray Analysis on röntgensäteilyyn pohjautuva tutkimusmenetelmä, jolla saadaan selville aineiden alkuainekoostumuksia. (Intertek 2018.)

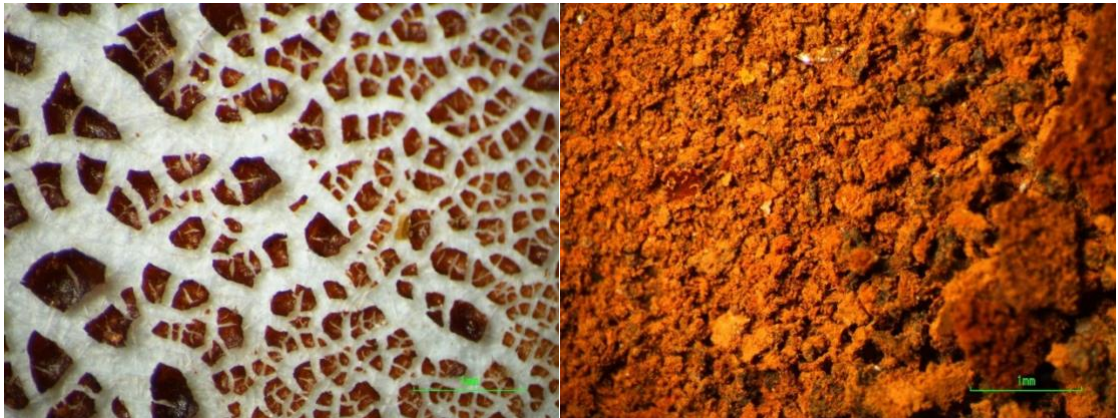
Tiivistevesisuodattimen likaisesta vedestä otettiin myös näyte. Näytteessä oli ruosteista liejua, jonka alkuperää haluttiin selvittää. Myös likaisten tiivistevesinäytteiden A1 ja Y1 kuivatuista epäpuhtauksista saatiin EDX-analyysit. Tuloksina saatiin aineiden alkuainepitoisuuksia ja oksidipitoisuuksia. Näytteiden tulokset ovat esitettynä taulukossa 3.

Taulukko 3. EDX-analyysien tulokset (Rekilä 2018)

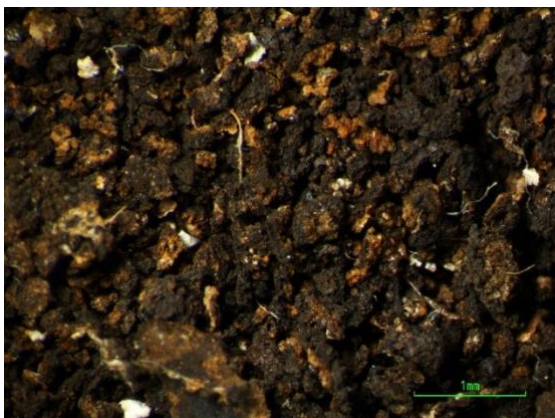
EDX-analyysit				
ALKUAINE	A1	Y1	Suodatin	Suodattimen rouhe
Al	32 %	32 %	3 %	17 %
Si	9 %	10 %	3 %	8 %
Mn	-	-	3 %	14 %
Fe	7 %	6 %	56 %	17 %
O	45 %	46 %	35 %	44 %
Na	4 %	3 %	-	-
Mg	2 %	1 %	-	-
Cl	1 %	2 %	-	-
OKSIDIT				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	62 %	61 %	7 %	35 %
SiO <sub>2</sub>	20 %	22 %	6 %	19 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9 %	9 %	83 %	26 %
Na <sub>2</sub> O	5 %	4 %	-	-
MnO	-	-	4 %	20 %
MgO	3 %	2 %	-	-
Cl	1 %	2 %	-	-

Huomioitavaa EDX-analyysien tuloksissa on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> määrä. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on alumiininoksidi, josta savi koostuu. John Cranen ohjeistuksen mukaan

tiivistevedessä ei saa olla savea tai muita hiovia ja hankaavia aineita. A1 ja Y1 näytteissä on myös paljon  $\text{SiO}_2$ , joka on kvartsia. Kvartsia käytetään muun muassa hioma-aineena. Suodattimen näytteissä on runsaasti rautaa ja rautaoksidia, mikä johtuu täysin ruostuneesta suodattimesta. Suodattimen rouhe koostui alumiinista, piistä, mangaanista, raudasta ja näiden oksideista. Kyseisten alkuaineiden oksidit ovat huoneenlämmössä tummia kiteisiä jauheita, mikä selittää rouheen koostumusta. Mangaanioksidi tunnetaan myös nimellä ruskokivi. Kuvat suodatetuista näytteistä ovat kuvassa 20. Kuvassa 20 vasemmalla on Y1 näytteen epäpuhtaudet ja oikealla suodattimen veden sisältämät epäpuhtaudet. Kuvassa 21 on kuva suodattimen sisältä tulleesta rouheesta.



Kuva 20. Vasemmalla Y1-näytteen epäpuhtaudet ja oikealla suodattimen veden sisältämät epäpuhtaudet. (Rekilä 2018)



Kuva 21. Suodattimen rouhe (Rekilä 2018)

Tietoa rouheen vaikutuksesta tiivistevesilinjan toimintaan ei ole täyttä varmuutta, mutta kvartsin hiova vaikutus ei ohjeiden mukaan ole hyväksyttävää

tiivistevedessä. Mustan murun myös tiedetään häiriöilmoitusten mukaan tukkivan rotametrejä ja tiivistevesilinjoja. Musta muru myös koostui osaksi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :sta, josta savi muodostuu. John Cranen ohjeistuksen mukaan tiivistevesi ei saa sisältää savea. Putkilinjojen puhtautta ei pystytty silmämääräisesti tarkastamaan. Putkilinjojen sisäpinnat voivat myös olla ruosteisia ja epäpuhtauksia voi liueta tiivisteveden mukana toimilaitteille. Tiivistevesilinjojen puhtautta voidaan myös ylläpitää linjoja pesemällä. Suodattimen tehokkuus ja puhtaus ovat tärkeitä kehityskohteita tulevaisuudessa, jotta rotametrien ja putkilinjojen tukkeutumisilta vältytään.

Hiomon alueella suoritettiin myös tiivistevesilinjalle painemittauksia. Lähtötietona työlle oli mahdollinen liian korkea paine hiomon tiivistevesilinjassa. Tiivistevesilinjan paine on säädetty siten, että paine olisi riittävä myös yläkerran toimilaitteilla. Toiveena oli selvittää toimilaitteille tulevan tiivisteveden paine, koska paineen arvioitiin olevan liian korkea alakerran toimilaitteilla. Myös magneettiventtiilien toiminta nykyisellä paineella kuului selvittää niiden toiminnan epävarmuuden vuoksi.

Hiomolla tehtyjen kartoituskierrosten aikana pyrittiin tarkastamaan laitteille tulevan tiivisteveden painetta, mikä ei ollut mahdollista rikkinäisien painemittareiden vuoksi. Useat painemittarit näyttivät nollaa tai paineet vaihtelivat suuresti pienellä alueella. Alueasentajien mukaan suurimmalla osalla laitteista oli käytössä Wikan valmistama 6 barin painemittari. Painemittareiden kalvot rikkoutuvat tai painemittarit alkavat vuotaa nykyisellä liian korkealla paineella. Paineiden suuret vaihtelut kirjattiin Excel-taulukkoihin, jotka ovat liitteissä 1 ja 2.

Todellisen paineen selvittämiseksi hiomolla suoritettiin 3 paineenmittausta, 2 alakerrassa ja 1 yläkerrassa. Mittausten määrä ja paikat määräytyivät hiomon tilanteen mukaan. Mittaukset tehtiin laitteilla, jotka eivät olleet mittaushetkellä käytössä. Laitteiden valinnalla pyrittiin välttämään tiivistevesikatkoksia, jotta vältytään tiivisterikoilta. Mittaukset suoritettiin Wikan valmistamalla 20 barin painemittarilla. Painemittarin arvo luettiin tiivistevesihanan ollessa täysin avoinna. Alakerran kohteissa painemittari jouduttiin liittämään tiivistevesilinjaan tulppaamalla. Alakerran toimilaitteilla käytössä olleet vanhemmat rotametrit olivat tukkeutuneet painemittarin liittimistä. Yläkerran painelajittimella



painemittari pystytettiin liittämään rotametriin normaalisti. Tässä tapauksessa tiivistevesi virtaa ohi painemittarista ja saatu painearvo on hieman normaalia pienempi. Mittausmenetelmät ovat esitettyinä kuvassa 22. Kuvassa vasemmalla esitettynä tiivistevesilinjan tulppaaminen ja oikealla ohivirtaaminen rotametriin liittämällä.



Kuva 22. Vasemmalla paineenmittaus painemittarilla tulppaamalla ja oikealla paineenmittaus rotametriin liittämällä

Mittauksissa saadut painearvot ovat esitettyinä taulukossa 4. Paineenmittauksia vertaamalla alueella käytettyihin laitteisiin voidaan todeta paineen olevan ongelma etenkin magneettiventtiileille. Hiomolla käytössä olevien magneettiventtiilien korkein sallittu paine vedellä on 9 baria. Paineen ylittäessä kyseisen rajan venttiili ei enää toimi suunnitellulla tavalla. Liian korkeassa paineessa venttiili ei välttämättä aukea ja se on epäluotettava. Aukeamaton venttiili aiheuttaa tiivistevesikatkoksen, jolloin tiiviste on kuiva. Kuiva tiiviste palaa ja lopulta vuotaa. Uudempien rotametriä toiminta-alue on 25 bariin asti valmistajan antaman ohjeistuksen mukaan. Tiivisteveden paine ei ole haitaksi uudempien rotametriä toiminnalle. Vanhempien rotametriä, tiivistevesiputken



ja toimilaitteen liittämiseen käytettyjen letkujen painerajaa ei ole tiedossa. Myös hiomon DNA:n ilmoittama noin 13 barin paine on lähellä saatuja mittausrvoja.

Taulukko 4. Painemittausten tuloksia

Ala/Ylä	Toimipaikka	Laite	Paine	Menetelmä
A	VL-2052308	4-portaan syöt.pump.	13,5	Tulppaus
A	VL-2063305	Rej.pump. 5	13,5	Tulppaus
Y	VL-2051105	Painelajitin 2/1	11,5	Läpi virtaus

## 8 TOIMENPITEET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Hiomon kartoituksessa saatiin arvokasta informaatiota alueen nykytilanteesta. Työn aloitusvaiheessa haasteiksi mainittiin vikakorjauksien suhteellisen suuri määrä, joka hankaloittaa ennakko- ja huollon ajantasaista toteuttamista. Syyksi tähän mainittiin muun muassa tiivistevesilinjan korkea paine sekä laitekannan kunto ja ikä. Myös mahdolliseksi vikojen aiheuttajaksi mainittiin tiivisteveden puhtaus. Hiomolla tiivisteveden puhtautta ei ole aiemmin tutkittu. Hiomolla tiivistevetenä käytetään kempu-vettä, jonka suuri käyttö tehdasalueella on tuottanut kapasiteettiongelmia.

Työn aikana hiomon tiivisteveden paine vaihteli 13-13,5 barin välillä. Käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta todettiin paineen olevan liian korkea osalle laitteista ja erityisesti magneettiventtiileille. Laitteiden kartoitus tuki käsitystä liian korkeasta paineesta. Magneettiventtiilien toiminta-alue rajoittuu 8,5 – 9 barin välille ja nykyisellä paineella magneettiventtiilien toiminta on epävarmaa. Magneettiventtiilien avautuminen on voinut kestää useita minuutteja, jonka aikana tiiviste on jo ehtinyt rikkoutua. Magneettiventtiilit ovat myös vanhanaikaista tekniikkaa nykyisissä paperitehtaissa.

Tiivisteveden puhtauteen työn aikana saatiin monipuolista informaatiota. Itse tiivisteet eivät ole kovinkaan tarkkoja tiivisteveden puhtaudesta, vaan saavat riittävän voitelun jo 4 % massasta. Tiivisteille on tärkeää vaadittavan voitelun saaminen ja 2 barin ylipaine tuotteeseen verrattuna, jotta tiivistevesi saadaan kulkeutumaan tiivisteiden liukupinnoille. Laitevalmistajien antamat tiivisteveden puhtauteen liittyvät ohjeistukset koskevat erityisesti rotametrejä. Likainen tiivistevesi tukkii erityisesti pieniä rotametrien vesilinjoja ja ahtaita tiivistevesilinjoja. Käyttöhenkilöstöltä saadun informaation ja vikahistorian mukaan alueella kyseisiä ongelmia oli jonkin verran. Alueella olevien vesinäytteiden arvot olivat kuitenkin John Crane:n antamien ohjearvojen mukaiset.

Kartoituksen pohjalta apulaitteistossa on paljon parannettavaa. Rotametrin, magneettiventtiilit ja painemittarit olivat rikkoutuneita ja eivät olleet yhtenäisiä.

Rotametrejä ja magneettiventtiileitä alueella oli käytössä monenlaista mallia. Rikkoutuneiden laitteiden korjaaminen ja laitteiston yhtenäistäminen helpottaisivat myös käyttöhenkilöstön toteuttamaa kunnonvalvontaa. Käyttöhenkilöstön kunnonvalvonnan helpottamisella saataisiin päivittäistä informaatiota nykyisen tilanteen ratkaisemiseksi. Tällä hetkellä käyttöhenkilöstö suorittaa alueella Marlin-laitteella kunnonvalvontakierroksia, joiden toteutumistavoitteista oli hiomolla vuonna 2017 jääty selvästi. Myös häiriötietojen ja huoltojen kirjaamisessa SAPIin on parannettavaa.

Häiriötietojen ja huoltohistorian paremmalla merkinnällä olisi ollut suuri apu työnkin suorittamisessa. Useassa häiriöilmoituksessa häiriöstä oli kirjattuna ainoastaan sen hetkinen vika. Vian mahdollisia aiheuttajia ja syitä useassa ilmoituksessa ei ollut kirjattuna. Ideaalitilanteessa jokaisen vian tai rikkoutuneen laitteen juurisyy olisi selvillä. Kuviossa 4 esitetyn tiivistevesihäiriöiden jakauman Korjaukset-osa on tällä hetkellä aivan liian suuri. Työssä tehty otanta on kohtuullisen pieni laajalta aikaväliltä ja keskittyi kaikkiin tiivistevesihäiriöihin. Kuitenkin häiriöilmoitusten pohjalta saatava informaatio tulisi olla lähempänä EagleBurgmannin tekemää tutkimusta kuin nykyistä tilannetta. Kunnossapitohenkilöstö myös mainitsi, ettei nykyisellään huoltoon lähteneiden Sulzerin pumppujen rikkoutumisen syystä tai rikkoutuneista osista saada informaatiota toimittajalta. Pumput ainoastaan lähtevät Ouluun korjattavaksi toimittajalle ja tilalle tulee korjattu pumppu tai uusi vaihtoyksikkö.

Huoltohistorian merkinnöistä suurin osa oli selkeästi myöhässä. Historiaan tulee merkintä sen jälkeen, kun työ on kuitattu tehdyksi SAP-järjestelmään. Kuittaminen ei kuitenkaan kerro työn suorittamispäivää. Myöhästymisiä suurelta osalta selittää suuri vikakorjauksien määrä alueella ja niiden aiheuttama työtaakka. Merkinnöissä olisi myöhästymisistä huolimatta parannettavaa. Esimerkkinä heikkolaatuisista kuittauksista käytettiin painelajittimilla tehtyjä kunnossapidon alueasentajien kirjaamia huoltoja, joka esitettiin kuviossa 6. Kyseisten laitteiden huoltojen kuittauksessa on parannettavaa. Huoltoja oli kuitattuna useita samana päivänä ja ne eivät ole kronologisessa järjestyksessä. Päivämäärien pohjalta huoltovälien määrittäminen ei ole mahdollista ja tieto huoltojen suorittamisesta on epävarmaa.

Hiomon tiivistevesilinjan haasteiden ratkaiseminen kannattaa tehdä kahdessa vaiheessa: nopeat korjaavat toimenpiteet ja tulevaisuuden kannalta tehtävät muutokset. Nykytilannetta parantavia asioita tehtiin jo työn suorittamisen aikana suodattimen käyttöön palauttamisella. Suodattimen käyttöönoton jälkeen kannattaisi ottaa vesinäytteet uudelleen ja verrata näytteitä aikaisempiin tuloksiin. Tuloksia vertaamalla suodattimen nykyinen toimintakyky saataisiin varmistettua. Mahdollisesti likaisia tiivistevesilinjoja voidaan myös pestä lian poistamiseksi. Tiivistevesi suodattimen pesusyklin tihentämisellä ja pidentämisellä voidaan myös vaikuttaa tiivisteveden puhtauteen. Tauon puolittaminen tai pesuajan tuplaaminen parantaisi veden puhtautta.

Magneettiventtiilien poistaminen tiivistevesilaitteilta niiden vanhanaikaisuuden vuoksi on suositeltavaa nykytilanteen parantamiseksi. Työn aikana keskusteltiin kunnossapidosta ja sähköautomaatiosta vastaavien henkilöiden kanssa magneettiventtiileiden korvaamisella tavallisilla palloventtiileillä. Palloventtiileillä tiivisteveden virtaus pystytään katkaisemaan pysähdyksien ja huoltojen ajaksi, jonka kautta saadaan vesisäästöjä. Magneettiventtiilien poistaminen tuottaisi kempu-vesi hukkaa veden ohivirtauksen kautta, jos venttiileitä ei korvattaisi toisella vaihtoehdolla. Esimerkiksi palloventtiilien käyttöönottoaminen kuitenkin siirtää vastuun tiivisteveden saannista käyttöhenkilöstölle. Tällöin laitteiden käynnistäminen tiivistevesiventtiilien ollessa kiinni tulisi estää. Suositeltavaa myös olisi tiivistevesipaineen pudottaminen ja muiden tiivistevesilaitteiden, kuten painemittarien ja rotametrien yhtenäistäminen tällä hetkellä käytössä oleviin uusiin malleihin. Uudemmillä rotametri malleilla ja 20 barin painemittareilla nykyinen tiivisteveden paine ei ole ongelma. Hiomon yhteydessä olevalle valkaisunalueelle paineen pudottaminen on tärkeää laitteiston kestämiseksi. Painetta voidaan pudottaa esimerkiksi paineensäätimillä, joita hiomolla on jo käytössä.

Nykytilanteen parantamiseksi käyttöhenkilöstön suorittamien Marlin-kierrosten määrä tulisi saada nostettua. Käyttöhenkilöstön tekemillä kierroksilla tulisi myös tarkistaa nykyiset tiivisteveettä käyttävät laitteet. Laitteilta tarkastettaisiin tiivisteveden kunto, tiivisteveden tulopaine, tulovirtauksen ja läpivirtauksen määrä. Tiivisteveden läpivirtauksen määrän tulisi lähes vastata tulovirtausta. Selkeästi

pienempi läpivirtaus antaisi informaation tukkeutuvasta tai tukkeutuneesta rotametristä, tiivistevesiletkusta tai tiivisteestä.

Tulevaisuudessa tiivistevesisuodattimen uusiminen on tärkeää kunnossapidettävyyden kannalta ja EU:n kiristyvien ympäristödirektiivien vuoksi. EU:n ympäristödirektiivien ja energiatehokkuuden kannalta myös NonFlow™-tekniikan käyttöönottoaminen olisi järkevää. NonFlow™-tekniikka ei tarvitse virtaavaa tiivisteveettä, jolloin tiivistevetenä käytettävää kempu-vettä kuluu vähemmän, jätevesien määrä pienenee ja mahdollinen lika ei pääse liikkumaan tiivisteille asti. Tiivistetekniikan NonFlow™ tiivisteitä on jo saatavilla Sulzer:n pumppuihin Sulzer:n varastolla. Muihin laitteisiin tekniikan saaminen vaatisi lisätyötä, esimerkiksi lajittimien mittojen määrittämistä sopivan tiivisteiden tekemiseksi. NonFlow™-tekniikkaan siirtyminen olisi kuitenkin kannattava ja itsensä takaisin maksava vaihtoehto tulevaisuudessa.

## 9 POHDINTA

Työn alkutiedoiksi annettiin tiivistevesilinjan korkea paine, suuri vikakorjauksien määrä, mahdollisesti likainen tiivistevesi ja iäkäs laitekanta. Työn tavoitteena oli saada selville vikojen aiheuttajia ja ratkaisuja kyseisiin ongelmiin, jotka olivat minulle työn alkuvaiheessa täysin vieraita. Minulla ei ollut työn alussa alkuunkaan pohjatietoa paperiteollisuudesta tai tiivistevesisysteemeistä. Lopulta asetetuissa tavoitteissa onnistuttiin hyvin ja mahdollisia ratkaisuja ongelmiin löydettiin lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Hiomolla käytetty tiivistevesi on lähellä toivottua ja epäpuhtauksista eroon pääseminen on tulevaisuudessa tärkeää. Mustasta rouheesta voidaan päästä eroon nykyisellä tai uudella tiivistevesisuodattimella. Apulaitteiden uusiminen ja käyttöhenkilöstön aktivoiminen ja motivoiminen nykytilanteen muuttamiseksi on tärkeää. Huoltohistorian ja häiriöilmoitusten SAPIin kirjaamisen parantaminen tulevaisuudessa luovat lisää luotettavuutta ja helpottavat ongelmien ratkaisua. Paineen pudottaminen valkaisunalueen laitteiston kestämiseksi jäi myös tulevaisuudessa ratkaistavaksi. Ratkaisuja ei työn aikana pystytty kuitenkaan toteuttamaan ajan puutteen ja työn laajuuden vuoksi. Tulevaisuuden kannalta työn aikana saatiin hyvää informaatiota, jota ei pystytty opinnäytetyön sisällä toteuttamaan.

Esimerkiksi NonFlow™-tekniikan käyttöönottoaminen ja tiivistevesisuodattimen uusiminen vaativat vielä aikaa ja työtä. Mielestäni uusien tekniikoiden käyttöön ottamisella saadaan tulevaisuudessa suuria etuja hiomon ja Veitsiluodon tehtaan toiminnalle tiivisteveden suhteen. Työn ja mahdollisten jatkotutkimuksien tuloksia voidaan käyttää myös muilla Veitsiluodon tehdasalueen toimipaikoilla toiminnan kehittämiseksi. Uudemman kehittyneemmän tekniikan käyttöönottoamisella saadaan rahallisia ja ympäristöllisiä säästöjä ja kilpailuetua tulevaisuudessa. Kehittyneempi tekniikka myös auttaisi tiukentuneiden EU:n ympäristödirektiivien täyttämisessä.

## LÄHTEET

Björk, T., Hautala, P., Huhtala, K., Kivioja, S., Kleimola, M., Lavi, M., Martikka, H., Miettinen, J., Ranta, A., Rinkinen, J. & Salonen, P. 2014. Koneensuunnittelu. 6. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Budris, A. R. 2018. Back to basics: Mechanical seals for water and wastewater pumps. Waterworld Magazine. Viitattu 2.1.2018.  
<http://www.waterworld.com/articles/print/volume-27/issue-7/departments/pump-tips-techniques/back-to-basics-mechanical-seals-for-water-and-wastewater-pumps.html>

Duo Product Oy 2017. Chesterton 1730 Punostiiviste. Viitattu 2.1.2018.  
[www.duoproduct.com/tuote/chesterton-1730](http://www.duoproduct.com/tuote/chesterton-1730)

Efora Oy 2017. Yrityksen Internet-sivut. Viitattu 28.12.2017. [www.efora.fi](http://www.efora.fi)

Engineering Toolbox 2017. Centrifugal pumps Viitattu 28.12.2017.  
[www.engineeringtoolbox.com/centrifugal-pumps-d\\_54.html](http://www.engineeringtoolbox.com/centrifugal-pumps-d_54.html)

Intertek Group plc 2018. Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX). Viitattu 23.3.2018. [www.intertek.com/analysis/microscopy/edx/](http://www.intertek.com/analysis/microscopy/edx/)

John Crane 2012. SmartFlow – Intelligent Seal Water Control System. Viitattu 18.3.2018. <http://www.tihend.ee/public/files/2005070209585050.pdf>

Järviö, J & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito-tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.

Kinnunen, J. 2018. Tiivistämisen perusteet. Tiivistetekniikka Oy. Viitattu 18.3.2018.

Knowpap v.18.0 - paperitekniikan ja tehtaan automaation oppimisympäristö 2015. Viitattu 28.12.2017

Kukkonen, K. 2018. Vesinäytteiden tuloksia. Sähköposti Ville Vilppola. 28.2.2018. Tulostettu 28.2.2018

MEGA Corp.inc 2018. Waterpumps. Viitattu 2.1.2018.  
[www.megacorpinc.com/parts/faq\\_water\\_pumps.asp](http://www.megacorpinc.com/parts/faq_water_pumps.asp)

Mehtonen, J. 2016. Stora Enso investoi 13 miljoonaa euroa Kemin Veitsiluodon sellutehtaaseen. Viitattu 23.3.2018. [www.yle.fi/uutiset/3-9098157](http://www.yle.fi/uutiset/3-9098157)

Metso DNA-hallintajärjestelmä 2018. Viitattu 7.3.2018.

Opetushallitus 2018. Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. Viitattu 2.1.2018.  
[www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_2-1\\_kunnossapidon\\_kasitteet\\_ja\\_maaritelmat.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmat.html)

Oy Pumppu Lohja AB 2018. Vesianalyysien Tulkinta. Viitattu 2.2.2018.  
[http://pumppulohja.com/wp-content/uploads/Vesianalyysien\\_Tulkinta\\_A.pdf](http://pumppulohja.com/wp-content/uploads/Vesianalyysien_Tulkinta_A.pdf)

Oy Watman AB 2018. Mitä vesianalyysit kertovat? Viitattu 2.2.2018.  
<http://www.watman.fi/yksityistaloudet/vesianalyyseista.asp>

Pump fundamentals 2016. Specialty Pump. Viitattu 2.1.2018.  
[www.pumpfundamentals.com/pump\\_specialty.htm](http://www.pumpfundamentals.com/pump_specialty.htm)

Rekilä, S. 2018. Laboratory analysis-raportti. Stora Enso. Viitattu 28.2.2018

SAP-tuotannonhallintajärjestelmä 2018. Häiriö- ja huoltohistorian tiedot. Viitattu 8.3.2018.

SKF Marlin 2015. SKF Microlog Inspector /SKF MARLIN SystemsAccessories Catalog. Viitattu 28.2.2018. [www.skf.com/binary/93-11700/CM-P1-11644-EN-SKF-Microlog-Inspector-SKF-Marlin-Accessories-Catalog.pdf](http://www.skf.com/binary/93-11700/CM-P1-11644-EN-SKF-Microlog-Inspector-SKF-Marlin-Accessories-Catalog.pdf)

Stora Enso Oyj 2017a. Veitsiluodon esittelymateriaali.

Stora Enso Oyj 2017b. Yrityksen Internet-sivut. Viitattu 28.12.2017.  
[www.storaenso.com](http://www.storaenso.com)

Vakkala, A. 2018. Efora Oy. Kunnossapitoinsinööri. Keskustelu. 2.1.2018

Vapo Oy 2012. Tietoa humuksesta. Viitattu 2.2.2018.  
<https://www.vapo.com/turvetuotantoavastuullisesti/ymparistokoulutus-ja-tiedotus/tietoa-humuksesta>



## LIITTEET

- Liite 1. Rejektilajittimien ja painelajittimien kartoitustiedot, EXCEL-taulukko
- Liite 2 1(2) Alakerran pumppujen, sekoittimien ja yläkerran rejektijauhimien kartoitustiedot, EXCEL-taulukko
- Liite 2 2(2) Alakerran pumppujen, sekoittimien ja yläkerran rejektijauhimien kartoitustiedot, EXCEL-taulukko
- Liite 3 1(2) Tiivistevesiysikön huollot, Tiivistevesipumpun huollot, EXCEL-kuvaaja
- Liite 3 2(2) Tiivistevesiysikön huollot, Tiivistevesisuodattimen huollot, EXCEL-kuvaaja
- Liite 4 Alueasentajan suorittamat huollot, EXCEL-kuvaaja
- Liite 5 1(2) Kunnonvalvonnan suorittamat huollot, Ryhmä 1, EXCEL-kuvaaja
- Liite 5 2(2) Kunnonvalvonnan suorittamat huollot, Ryhmä 2, EXCEL-kuvaaja
- Liite 6 Lajittimien laakerikuuntelu, EXCEL-kuvaaja
- Liite 7 1(2) Päälinjan lajittimien huollot, EXCEL-kuvaaja
- Liite 7 2(2) Päälinjan painelajittimen 1A1 huollot, EXCEL-kuvaaja
- Liite 8 Rejektilajittimien huollot, EXCEL-kuvaaja
- Liite 9 Hiokesäiliö 1 sekoittimien tarkastus, EXCEL-kuvaaja
- Liite 10 1(5) Jauhimien huollot, jauhimien kunnonvalvonnan mittaukset, EXCEL-kuvaaja
- Liite 10 2(5) Jauhimien huollot, jauhimien murskaimen tarkistus, EXCEL-kuvaaja
- Liite 10 3(5) Jauhimien huollot, jauhimien käsivoitelu, EXCEL-kuvaaja
- Liite 10 4(5) Jauhimien huollot, jauhimien öljymäärän tarkistus, EXCEL-kuvaaja
- Liite 10 5(5) Jauhimien huollot, öljymäärän tarkastus, EXCEL-kuvaaja

Liite 1 Rejektilajittimien ja painelajittimien kartoitus tiedot

NIMIKE	KONE	Huoltohistoria	VL	Tulopaine	Virtaus	MV	VALMISTAJA	Katalogi	P-alue	MUTA
Päälinja Paineajin 1A/1	0511.01	027 560		7	-	X	Asco	SC E210C001	10	Turvakytkin Noilla(tuhtuna)
Päälinja Paineajin 1A/2	0511.02	027 561		4,5	2	X	Asco	SC E210C033	9	
Päälinja Paineajin 1A/3	0511.03	027 376		-	2	X	Asco		?	Ei Painentaria, ei luettavissa
Päälinja Paineajin 1A/4	0511.04	027 318		7	4	X	Asco	SC E210C033	9	Ei käynnissä
Päälinja Paineajin 2/1	0511.05	027 562		-	-	X	Asco	SC E210C033	9	Turvakytkin Noilla(tuhtuna), Magneettiventtiili ei luettavissa ja lämmin
Päälinja Paineajin 2/2	0511.06	027 322		-	-	X	Asco	E210B33	9	Turvakytkin Noilla(tuhtuna), Vanhan mallinen magneettiventtiili
Päälinja Paineajin 2/3	0511.07	027 608		-	-	X	Asco		?	Turvakytkin Noilla(tuhtuna), Magneettiventtiili ei luettavissa
Päälinja Paineajin 1B/1	0512.01	027 015		0	2	X	Asco		9	Painentari rikki
Päälinja Paineajin 1B/2	0512.02	027 016		7	2	X	Asco	SC E210C033	9	
Päälinja Paineajin 1B/3	0512.03	027 017		6	2	X	Asco		9	
Päälinja Paineajin 1B/4	0512.04	027 890		-	6					Ei ajossa, Ei magneettiventtiili, Ei painentaria
Päälinja Paineajin 1B/5	0512.05	027 889		n.13	2					Ei ajossa, Ei magneettiventtiili, Uudempi painentari
Rejektii painelajin 1A/1	0621.01	027 320		n.4	-	X	Asco	SC 210C033	?	Vanhemman mallin magneettiventtiili, Käsiventtiili rikki ja magneettiventtiili todella kuuma
Rejektii painelajin 1A/2	0621.02	027 321		3,5	-	X	Asco	SC E210C034	9	Vanhemman mallin magneettiventtiili
Rejektii painelajin 1B/1	0622.01	027 198		-	-	X	Asco	WPZ E210B33	8,5	Vanhemman mallin magneettiventtiili, Painentari rikki
Rejektii painelajin 1B/2	0622.22	027 197		2	-	X	Asco	(FZ) E210B33	8,5	Vanhemman mallin magneettiventtiili

KERROS TEHTY 16.1.2018 PAINEARVOT OVAT PAINEMITTÄREIN ARVOJA

Liite 2 1(2) Alakerran pumppujen, sekoittimien ja yläkerran rejektijauhimien kartoitustiedot

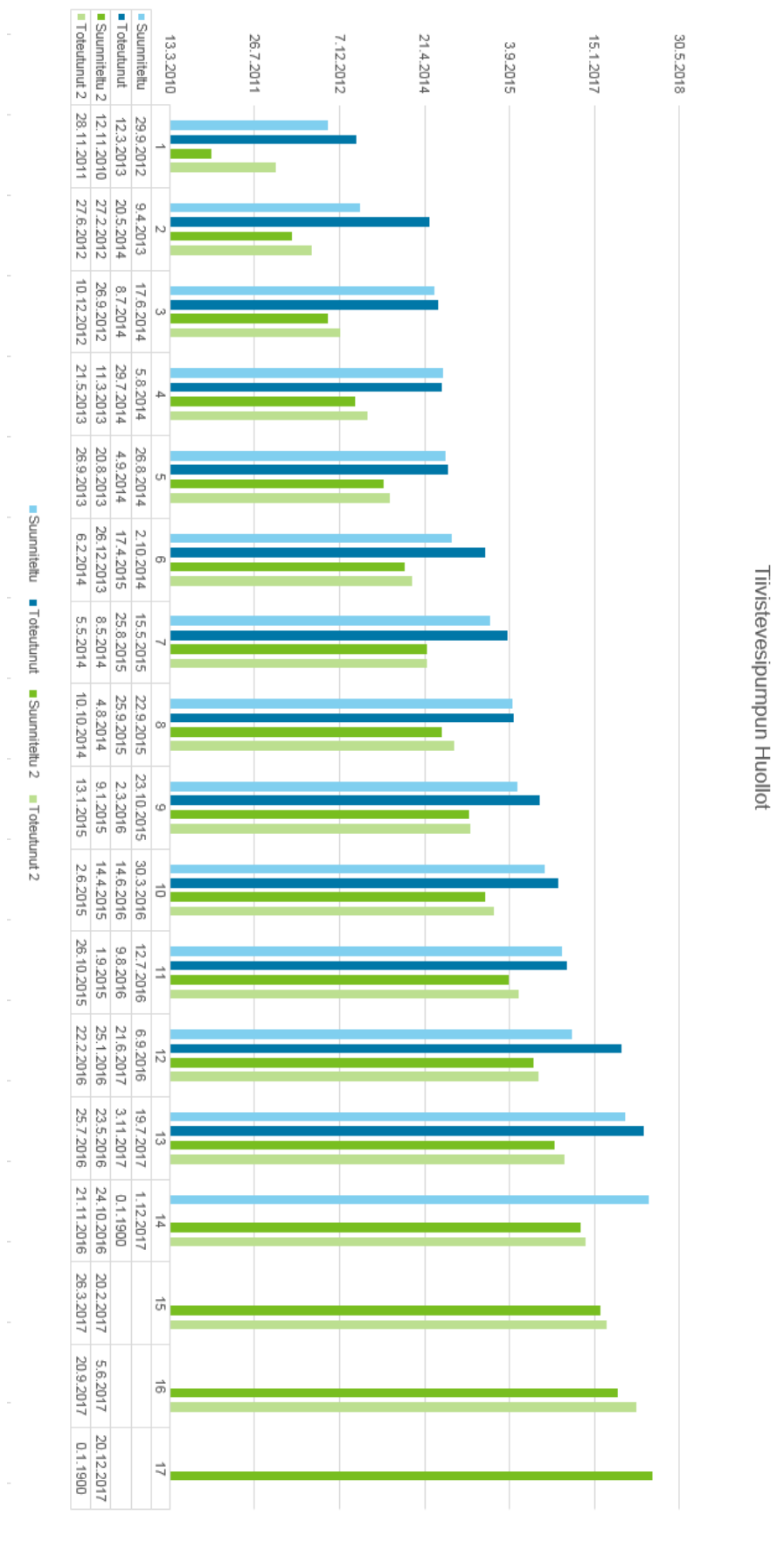
NIMIKE	KONE	Huoltohistoria	VL	Pokisivesi	Tulopaine	Virtaus	MV	VALMISTAJA	Katalogi	P-alue	MUUTA
Hökesäsilto 1 Sekotin 1	0522.01	X	VL-2052201	X	-	-	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhin mallinen magneettiventtiili. Mittarit eivät oleet luettavissa
Hökesäsilto 1 Sekotin 2	0522.02	X	VL-2052202	X	-	-	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhin mallinen magneettiventtiili. Mittarit eivät oleet luettavissa
Painesiltoin 1-portaan syöttöpumppu 2	0523.02	X	VL-2052302	X	3,5	4	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhin mallinen magneettiventtiili
PP-Laitos 1/2-portaan syöttöpumppu	0523.05	X	VL-2052305	X	4	4	X	AZGO		8,5	
PP-Laitos 2-portaan syöttöpumppu	0523.06	X	VL-2052306								
PP-Laitos 3-portaan syöttöpumppu	0523.07	X	VL-2052307	X	Rikki	-	X	AZGO		9	Puinainen magneettiventtiili. Virtsanmittari junnissa. Ei painemittaria.
PP-Laitos 4-portaan syöttöpumppu	0523.08	X	VL-2052308								
PP-Laitos 5-portaan syöttöpumppu	0523.09	X	VL-2052309	X	7	2	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhemman mallinen magneettiventtiili
Hölkkeen pumppausaseman pumppu	0523.12	X	VL-2052312	X							
Suuhkuvessin pumppu	0622.15	X	VL-2062215	X	Rikki	6					
Rejektisäilio 1 Sekotin 1	0632.01	X	VL-2063201	X	Rikki	2	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhin mallinen magneettiventtiili
Rejektisäilio 1 Sekotin 2	0632.02	X	VL-2063202	X	Rikki	1,5	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhin mallinen magneettiventtiili. painemittari vuotaa vettä
Rejektisäilio 3 Sekotin	0632.03	X	VL-2063203	X	Rikki	Rikki	X	AZGO	WPZE210B33	8,5	Vanhin mallinen magneettiventtiili
Rejektisäilio 2 Sekotin	0632.04	X	VL-2063204	X	Rikki	2	X	AZGO	E210C033	9	Uudemman mallinen virtaää
Rejektikaarisen Sallion Sekotin	0632.05	ei huoltohistoriaa	VL-2063205	X	-	-					
Rejektin Valiumpumppausasemän Sekotin 1	0632.06	X	VL-2063206	X	7	-					
Rejektin Valiumpumppausasemän Sekotin 2	0632.07	ei huoltohistoriaa	VL-2063207	X	-	-					
Rejektikaarisen syöttöpumppu	0633.01	X	VL-2063301	X	Rikki	2	X	AZGO	E210C033	9	Uudemman mallinen virtaää
Rejektijauhin 3 Syöttöpumppu	0633.02	X	VL-2063302	X	Rikki	3	X	AZGO	E210C033	9	Uudemman mallinen virtaää, virtaus mittari järkyttää

Liite 2 2(2) Alakerran pumppujen, sekoittimien ja yläkerran rejektijauhien kartoitustiedot

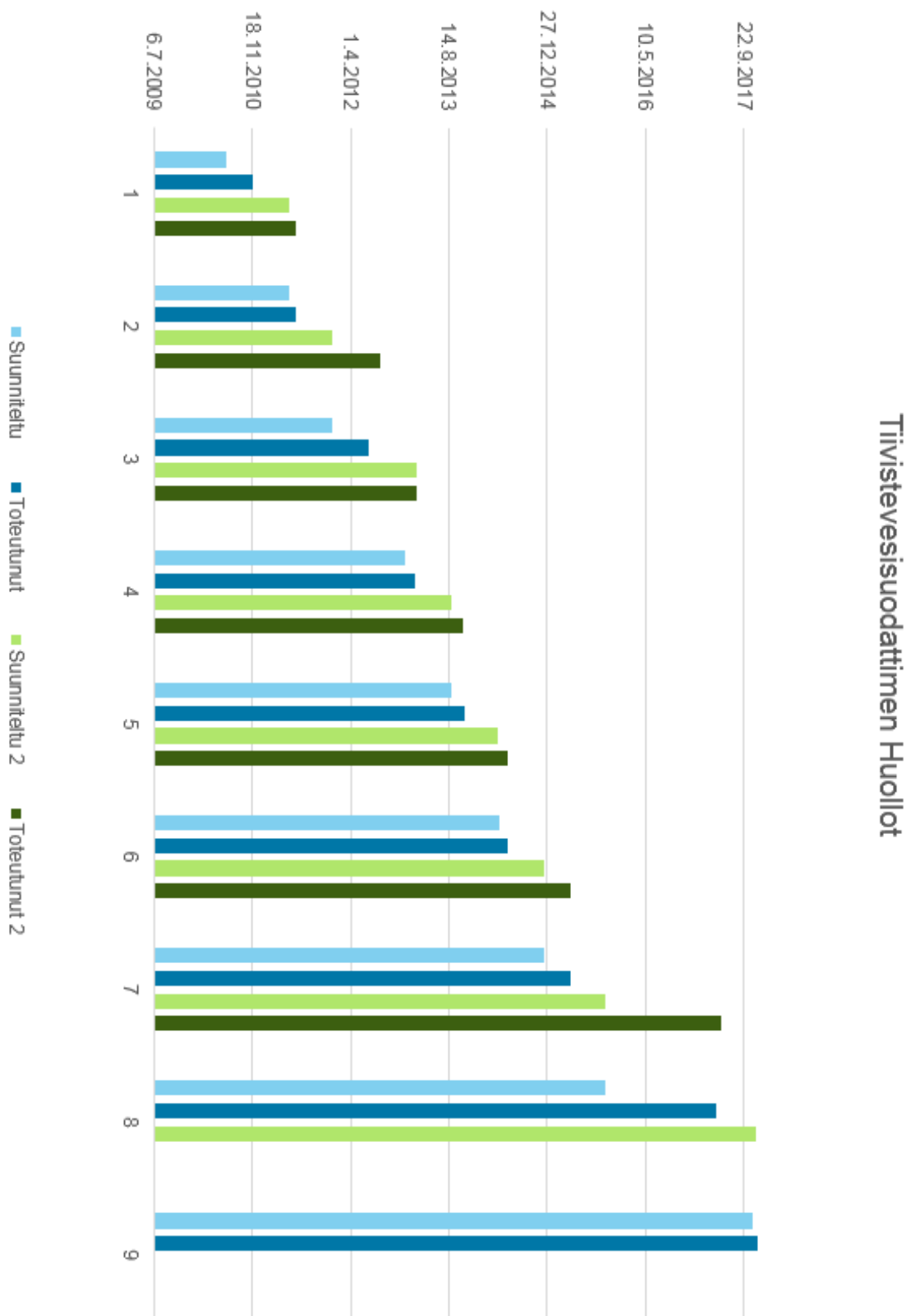
Rejektin pumppausasain pumppu	0633.03	x	VL-2063303	X	RKKI	6	X	AZGO			Magneettiventtiili punainen, magneettiventtiili on tiety
Rejektin painejäljennin syöttöpumppu 1	0633.05	x	VL-2063305	X	-	-	X	AZGO			Magneettiventtiili punainen, ei ollut ajossa
Rejektin painejäljennin syöttöpumppu 2	0633.06	x	VL-2063306	X	-	2	X	AZGO		9	
Rejektin suodatin syöttöpumppu	0633.08	ei huoltohistoriaa	VL-2063308	X	-	-					
Kaasujen suodatin	0633.09	ei huoltohistoriaa	VL-2063309								
Rejektin suodatin Seurassuodatinpumppu	0633.10	x	VL-2063310								
Rejektin suodatin Kikkasuodatinpumppu	0633.11	ei huoltohistoriaa	VL-2063311								
Rejektin suodatin 2 syöttöpumppu	0633.13	x	VL-2063313								
Rejektin suodatin 1 syöttöpumppu	0633.14	ei huoltohistoriaa	VL-2063314								
Rejektin kiertävyyspumppu	0633.16	ei huoltohistoriaa	VL-2063316								
Rejektin suodatin 1		x	VL-2061101	X	4	2	x	AZGO	E210C033	9	Uudempi värinä malli
Rejektin suodatin 2		x	VL-2061201	X	4	x	x	AZGO	E210C033	9	Uudempi värinä malli, Vrtausarvot korkeat
Rejektin suodatin 3		x	VL-2061301	X	4	x	x	AZGO	E210C033	9	Uudempi värinä malli, Vrtausarvot korkeat

KIERROS TEHTY 9.2.2018

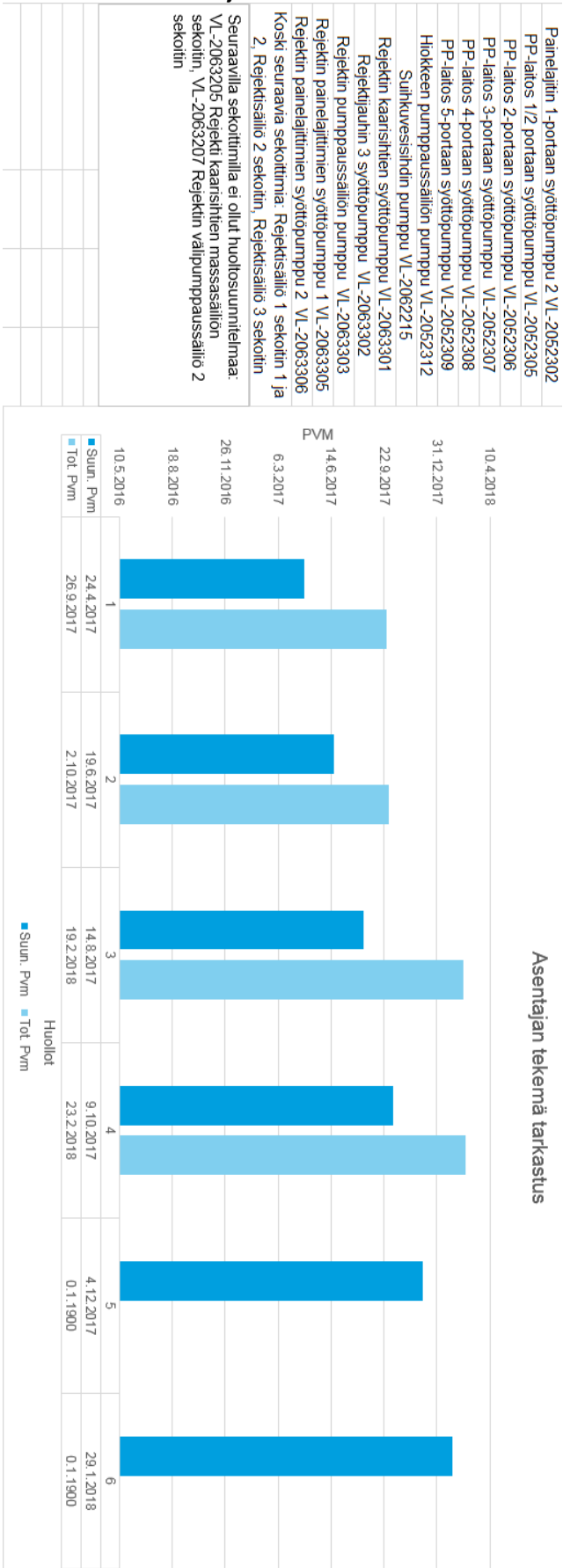
### Liite 3 1(2) Tiivistevesiyksikön huollot, Tiivistevesipumpun huollot



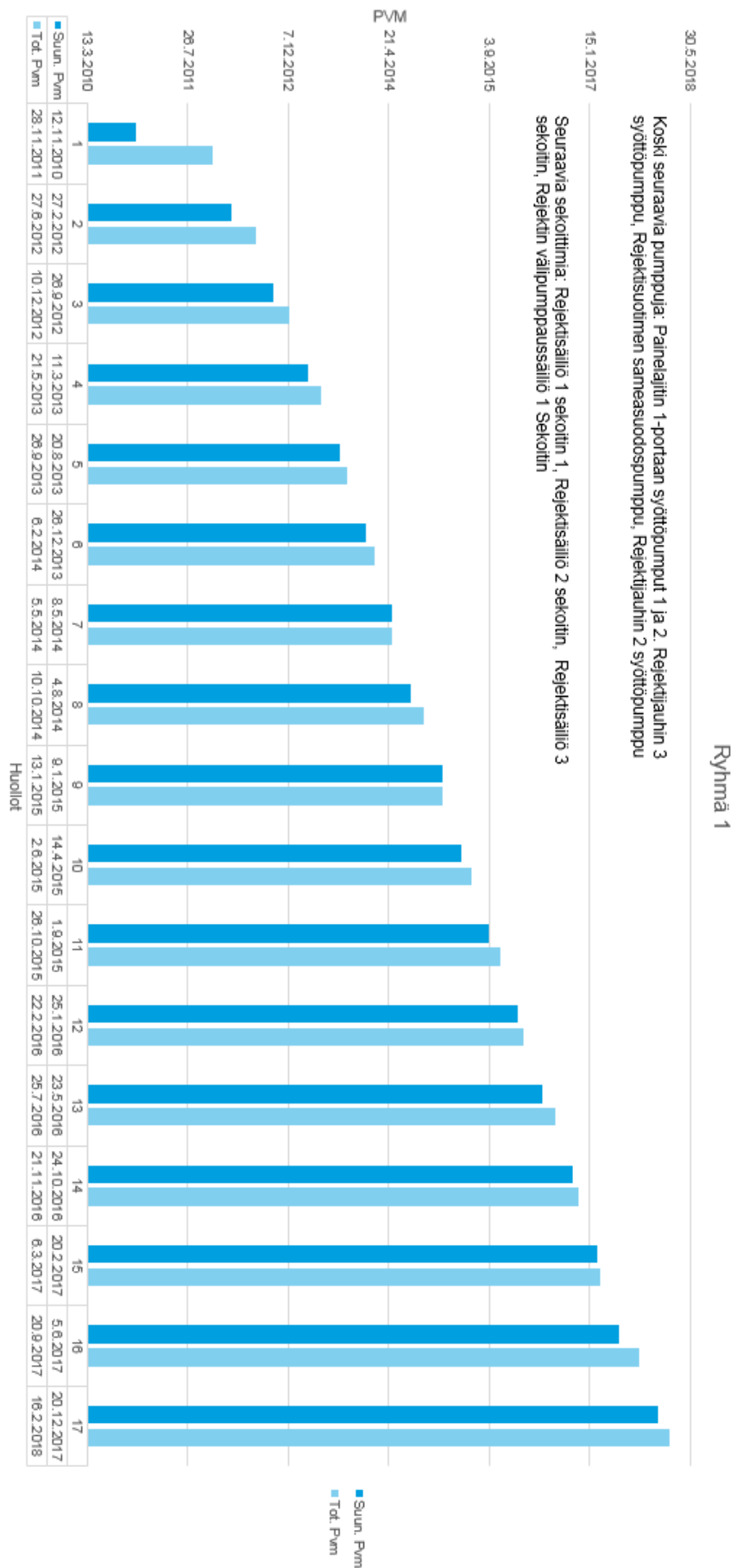
## Liite 3 2(2) Tiivistevesiyksikön huollot, Tiivistevesisuodattimen huollot



Liite 4 Alueasentajan suorittamat huollot

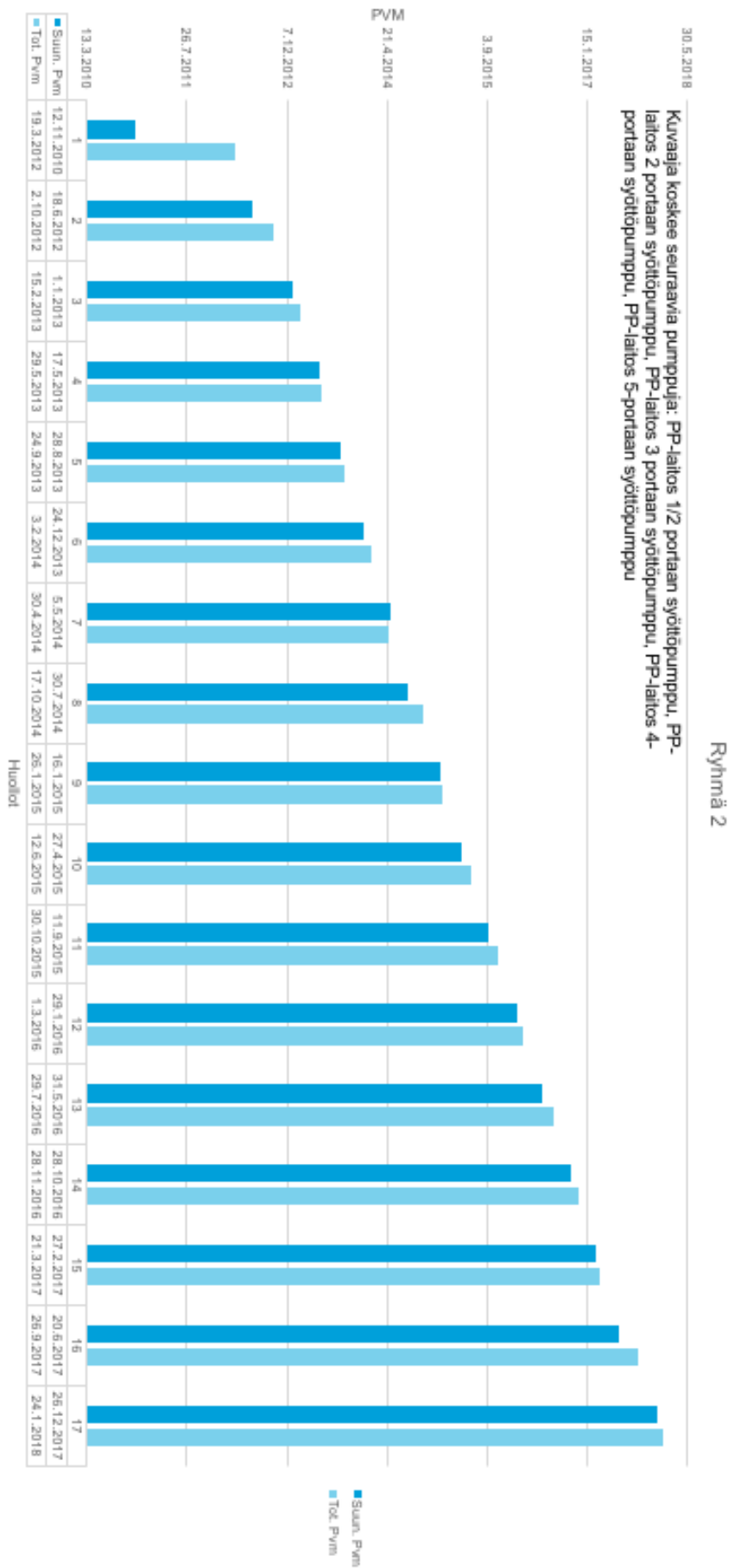


## Liite 5 1(2) Kunnonvalvonnan suorittamat huollot, Ryhmä 1

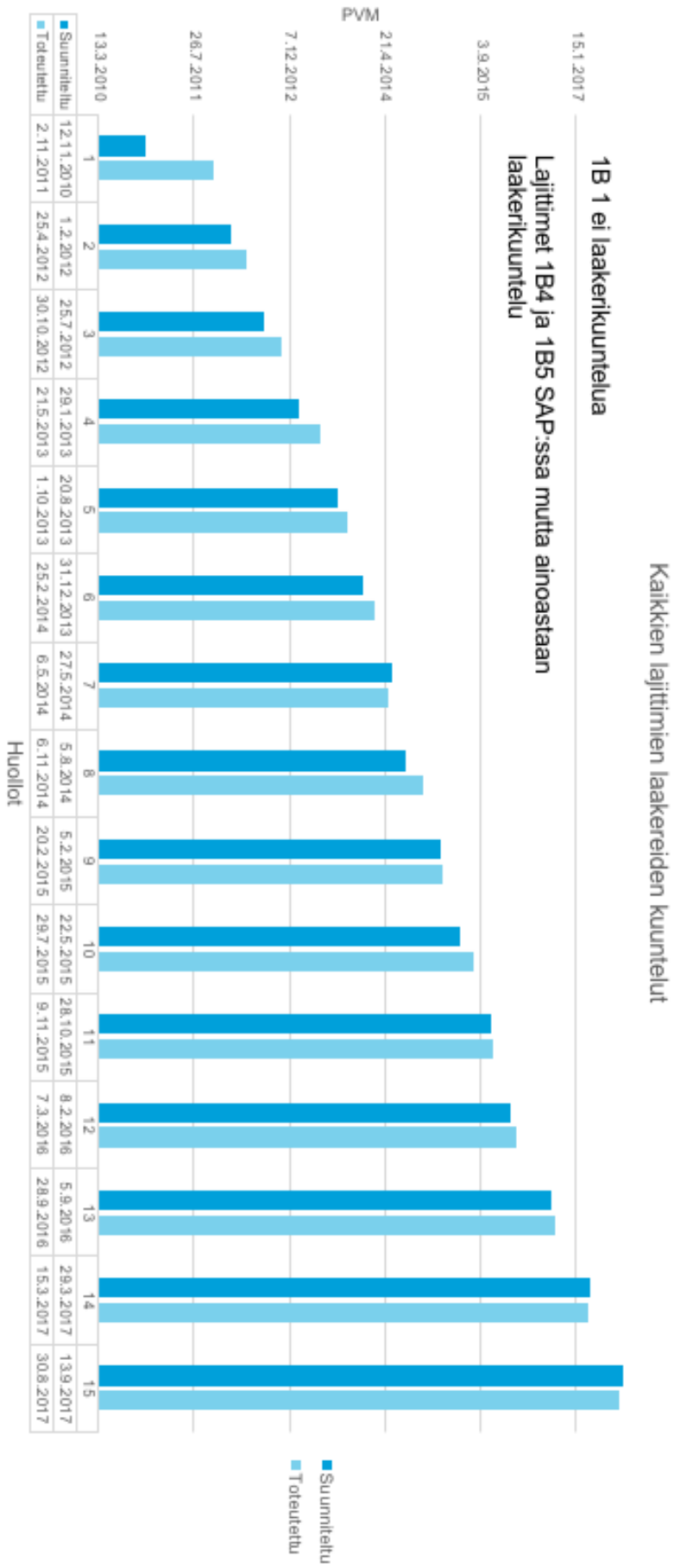




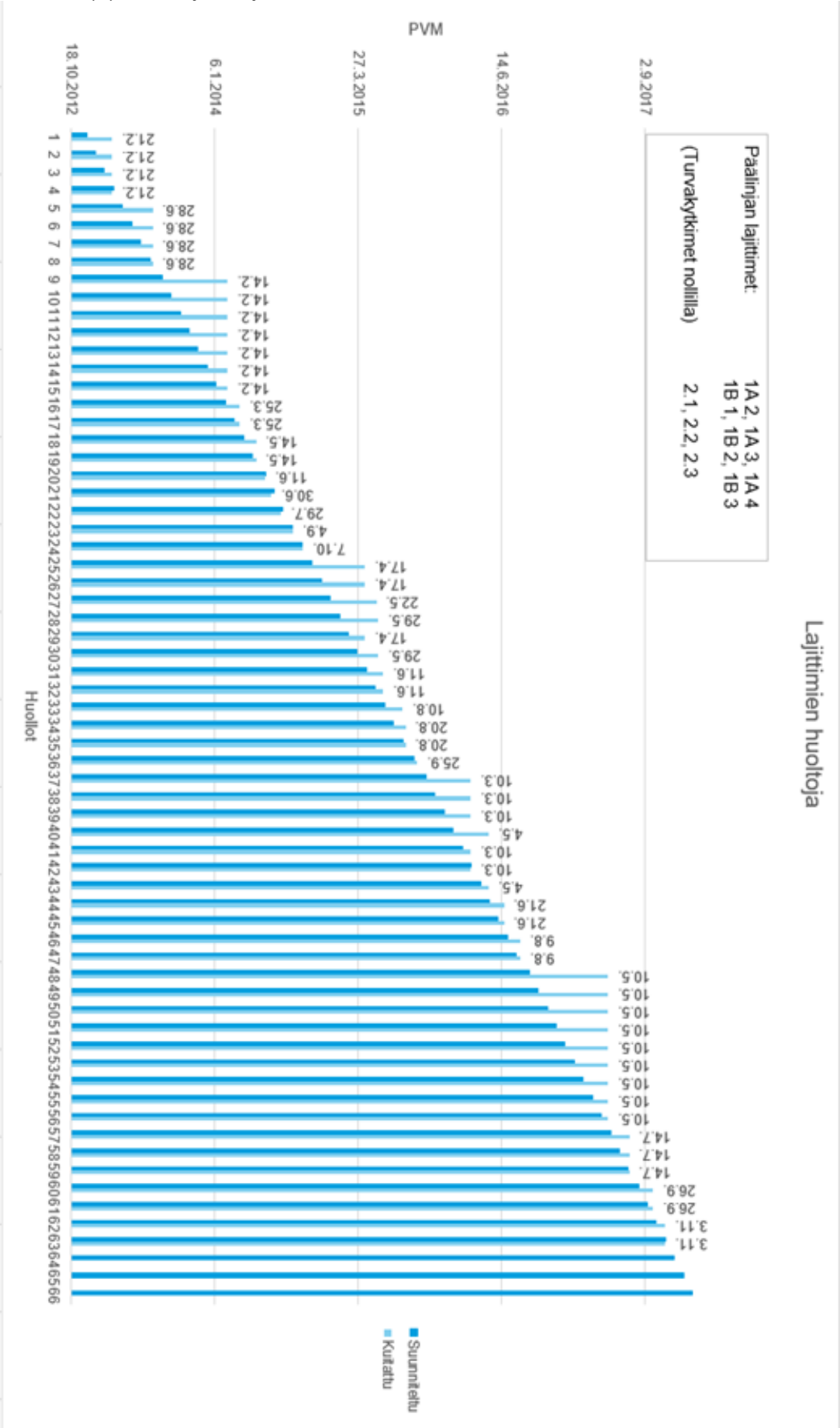
## Liite 5 2(2) Kunnonvalvonnan suorittamat huollot, Ryhmä 2



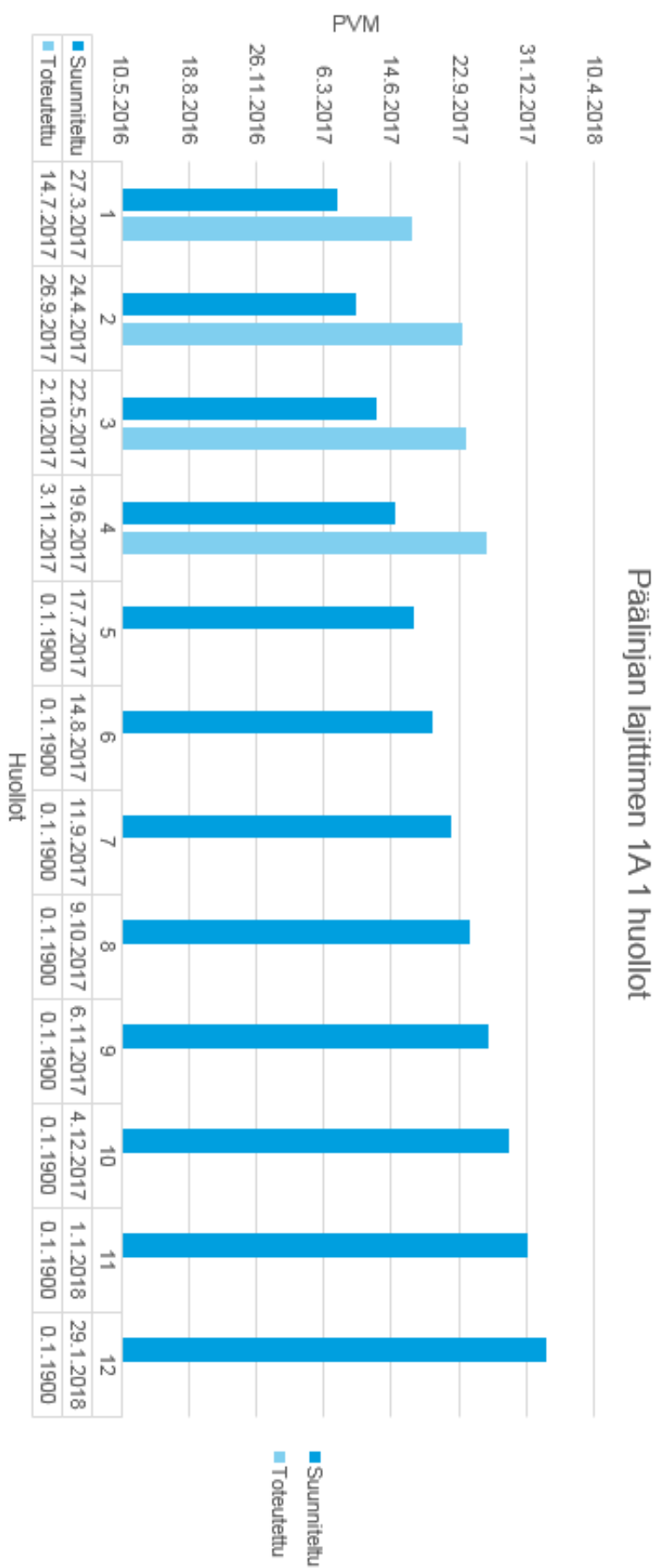
## Liite 6 Lajittimien laakerikuuntelu



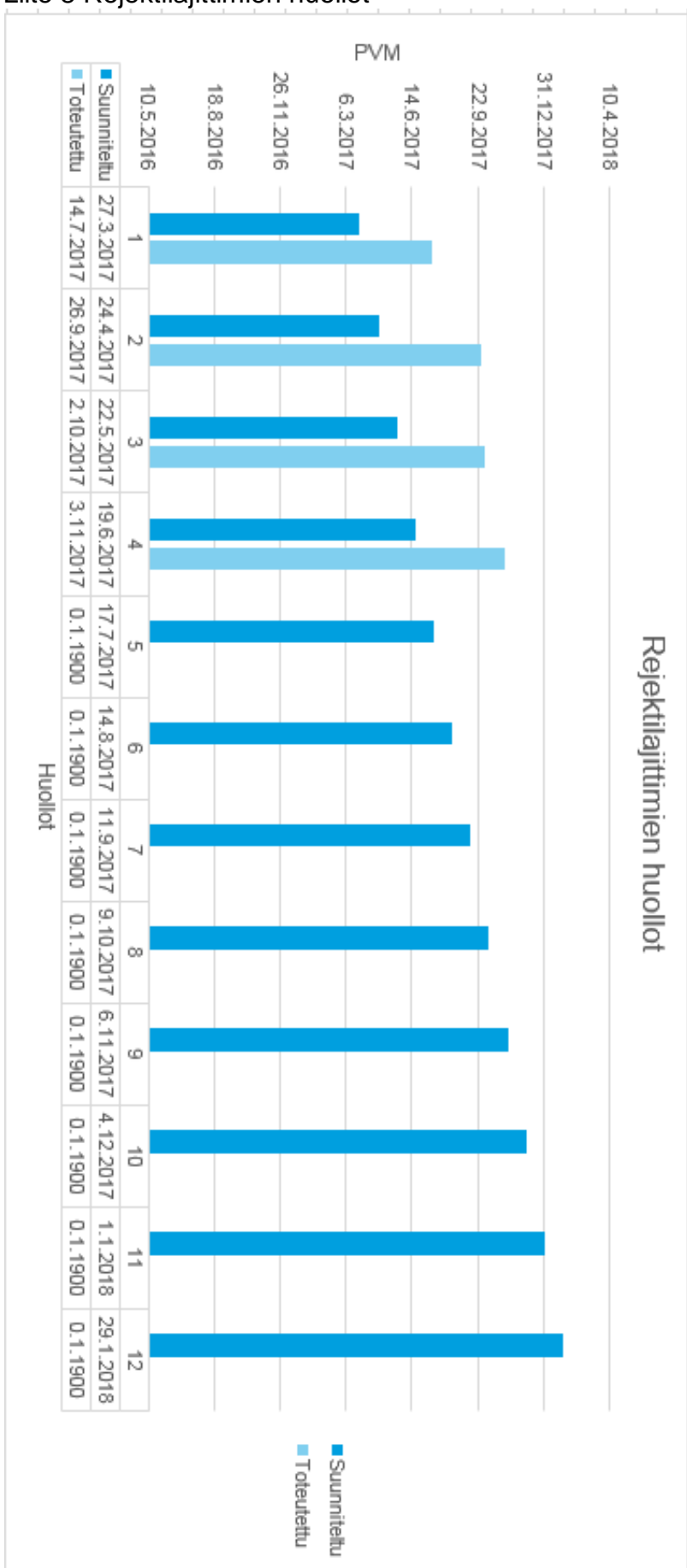
Liite 7 1(2) Päälinjan lajittimien huollot



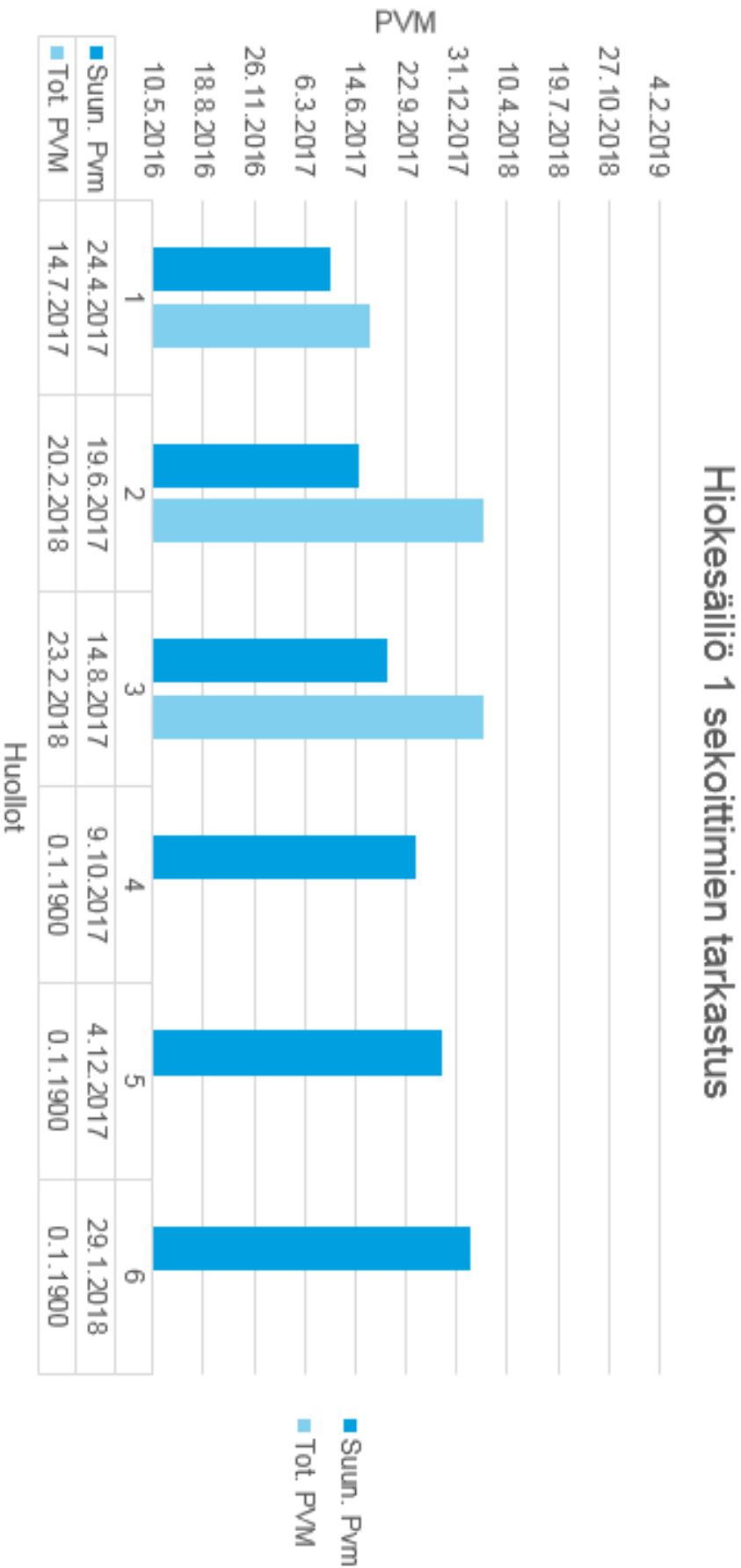
Liite 7 2(2) Päälinjan painelajittimen 1A1 huollot



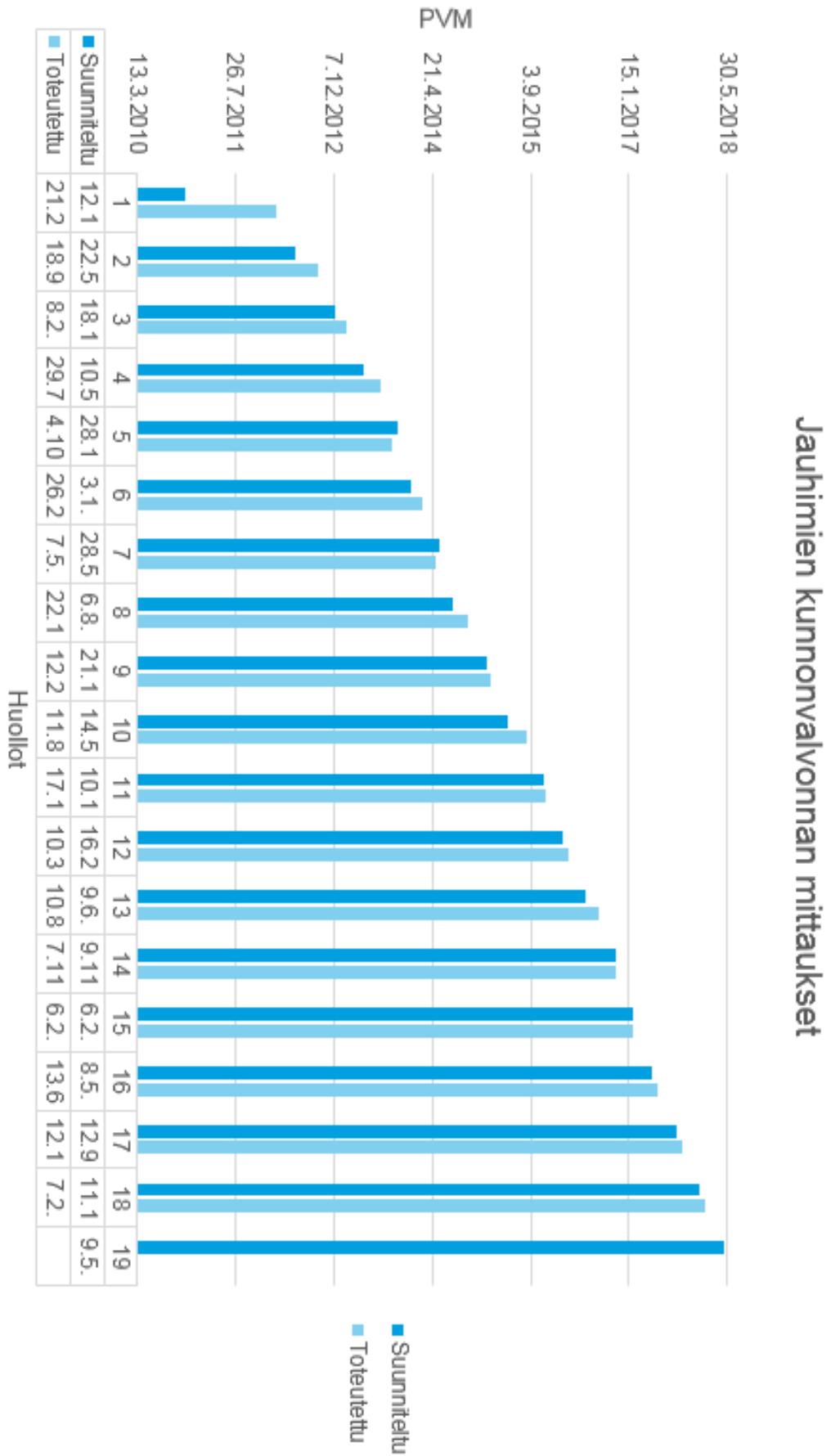
## Liite 8 Rejektilajittimien huollot



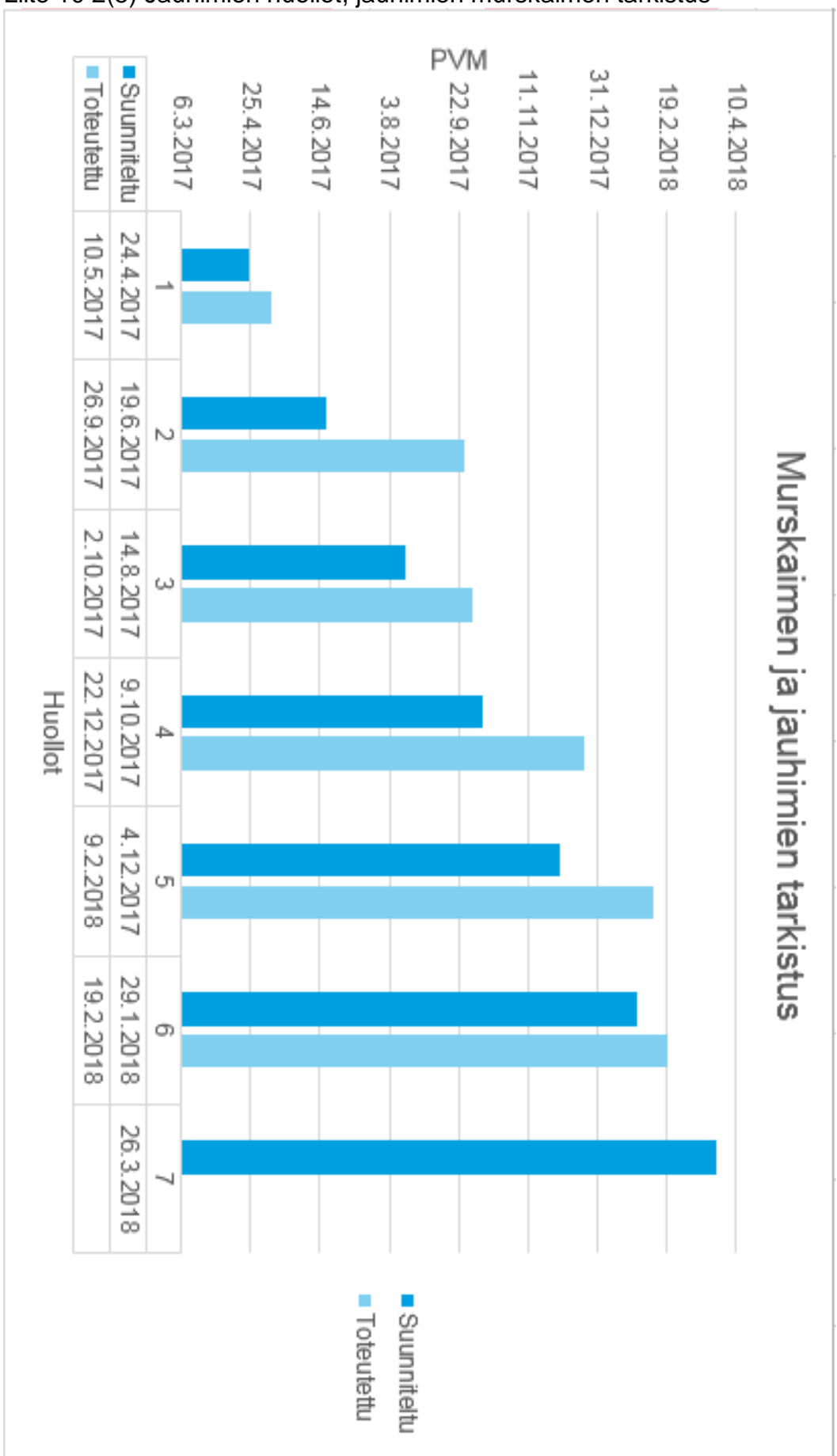
Liite 9 Hiokesäiliö 1 sekoittimien tarkastus



Liite 10 1(5) Jauhien huollot, jauhien kunnonvalvonnan mittaukset

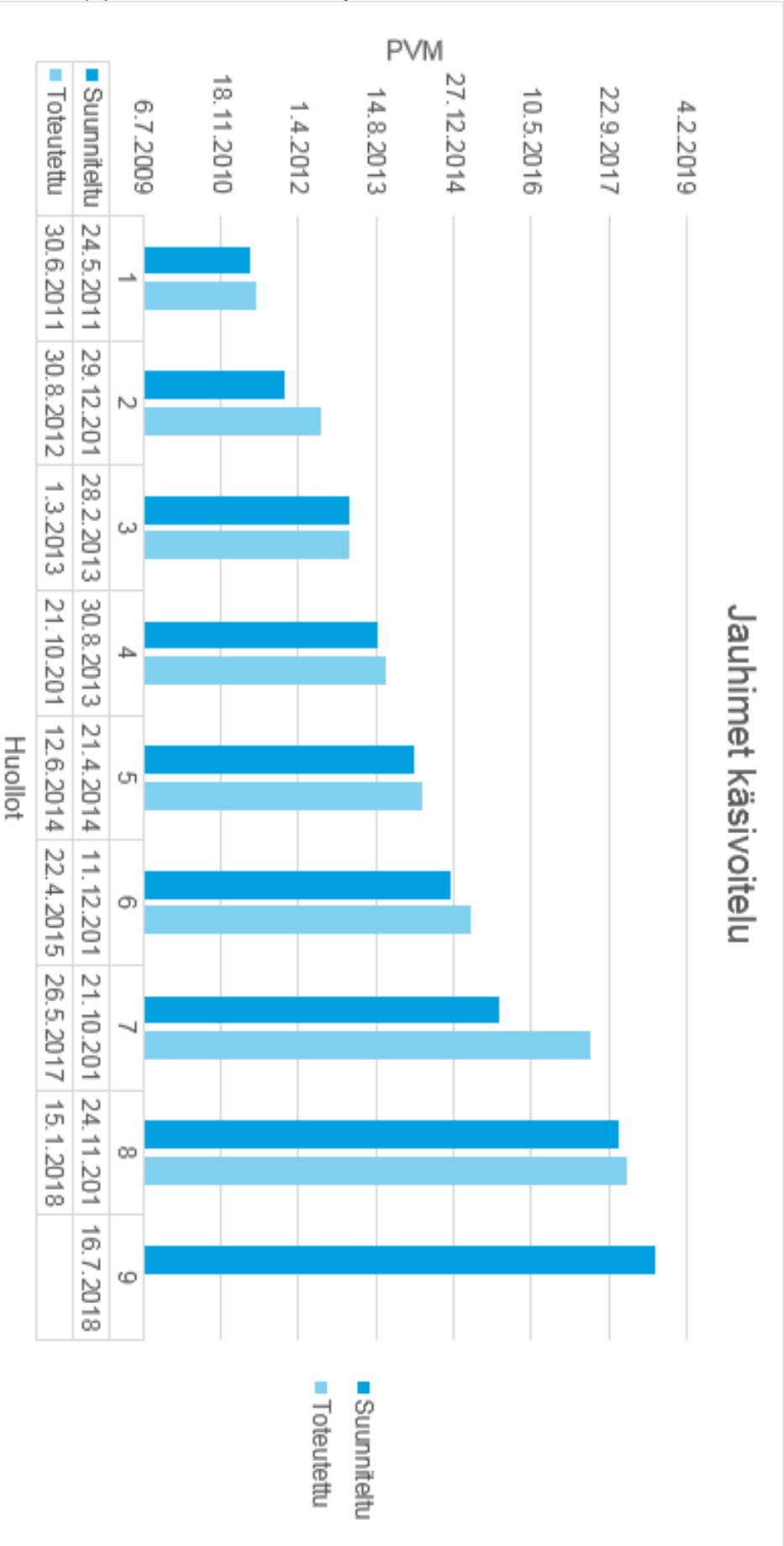


Liite 10 2(5) Jauhien huollot, jauhien murskaimen tarkistus

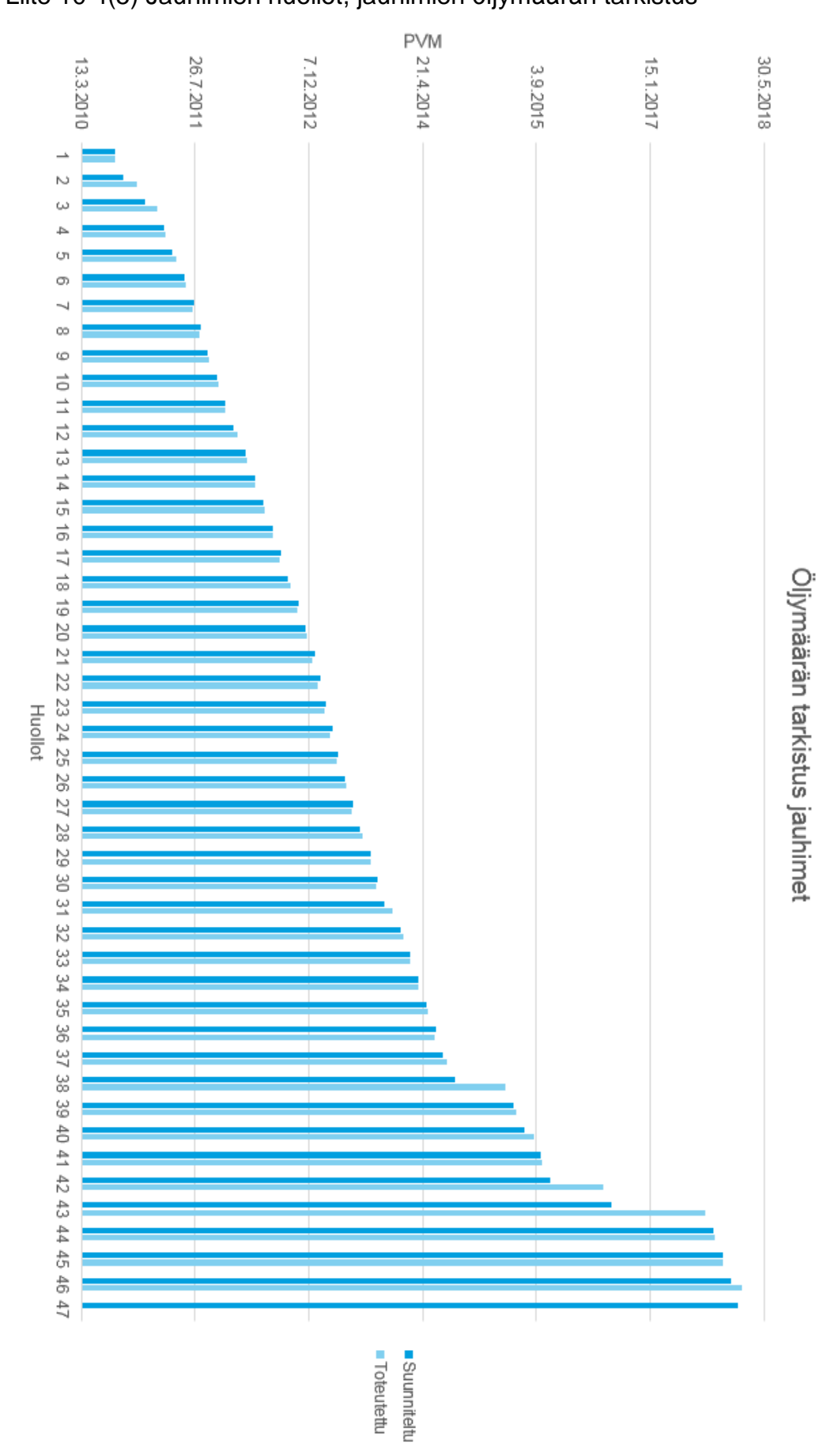




Liite 10 3(5) Jauhienien huollot, jauhienien käsivoitelu



Liite 10 4(5) Jauhien huollot, jauhien öljymäärän tarkistus



## Liite 10 5(5) Jauhimien huollot, öljymäärän tarkastus

